



**TÍTOL: ÚS DE TECNOLOGIES PER A LA TRAÇABILITAT AL SECTOR
TÈXTIL**

AUTORA: Alba Cristina Borilo Ondó

GRAU: Empresa i Tecnologia

TUTOR: Xavier Verge Mestre

7 de Juny de 2019 (DE LLIURAMENT A L'APILCACIÓ)

RESUM

La falta de transparència als processos industrials és un tema recurrent actualment. En el sector tèxtil amb els escàndols per falta d'ètica en les fàbriques subcontractades per les grans companyies, aquest tema és encara més important. En aquest treball s'explora com la tecnologia pot ajudar a les empreses del sector tèxtil a encarar la traçabilitat. Amb el gran abast de tecnologies disponibles, s'analitzen les més rellevants per realitzar el seguiment dels productes, amb un focus especial en la tecnologia blockchain per la seves característiques intrínseques que faciliten l'obtenció d'un registre històric de transaccions i productes. Mitjançant un cas d'ús, s'analitza com poder utilitzar cadascuna de les diferents tecnologies a les diferents etapes de la cadena de subministrament.

SUMARI O TAULA DE CONTINGUTS

1.	INTRODUCCIÓ.....	6
2.	LA TRAÇABILITAT AL SECTOR TÈXTIL	7
2.1	Antecedents	7
2.1.1	Preocupacions dels consumidors	7
2.1.2	El desastre de Rana Plaza	8
2.1.3	El concepte de traçabilitat.....	9
2.2	Beneficis d'Implementar una Estratègia de Traçabilitat	9
3.	TECNOLOGIES ÚTILS PER IMPLEMENTAR LA TRAÇABILITAT.....	11
3.1	Tecnologies per al Marcatge i la Identificació del Producte	11
3.1.1	Codis de barres	11
3.1.2	Codis QR: Quick Response Code.....	11
3.1.3	RFID: Radio Frequency Identification	12
3.1.4	NFC: Near Field Communication.....	13
3.1.5	RLTS: Real-Time Locating System	13
3.2	Blockchain.....	14
3.2.1	Definició i tipus de Blockchain	14
3.2.2	Funcionalitat del Blockchain.....	16
3.2.3	Com implementar un sistema de blockchain.....	17
3.2.4	Utilitat del blockchain en traçabilitat.....	18
4.	PROCÉS D'IMPLEMENTACIÓ D'UNA ESTRATÈGIA DE TRAÇABILITAT A UNA EMPRESA TÈXTIL	20
4.1	Supòsit Inicial	20
4.2	Definició del Procés.....	20
4.3	Identificació dels Actors Principals	20
4.4	Determinació de la Informació Necessària.....	21
4.4.1	Informació rellevant per als consumidors	22

4.4.2 Informació rellevant per als diferents stakeholders	23
4.4.3 Certificacions.....	24
4.5 Selecció de Tecnologies per Facilitar la Traçabilitat.....	25
4.5.1 Elaborar llista de tecnologies candidates	25
4.5.2 Analitzar viabilitat de les tecnologies candidates	25
4.6 Establiment d'Acords amb els Diferents Actors	26
5. CAS D'ÚS	27
5.1 Gargots S.A.	27
5.2 Definició del Procés.....	27
5.2.1 Obtenció i transformació de la matèria prima	27
5.2.2 Obtenció de la peça de roba.....	28
5.2.3 Distribució i venda de la peça.....	28
5.3 Identificació dels Actors Principals	29
5.3.1 Refinament del procés prèviament definit.....	29
5.4 Determinació de la Informació Necessària.....	30
5.4.1 Informació rellevant per als consumidors	30
5.4.2 Informació rellevant per als diferents stakeholders	31
5.5 Selecció de Tecnologies per Facilitar la Traçabilitat.....	32
5.5.1 Llista de tecnologies candidates	32
5.5.2 Anàlisi de viabilitat de les tecnologies candidates	32
5.5.3 Tecnologies escollides	33
5.6 Implementació de les Tecnologies Seleccionades en el Procés Productiu	35
5.6.1 Selecció de la plataforma i el tipus de blockchain.....	35
5.6.2 Determinació dels rols i permisos associats	37
5.6.3 Estructura de les dades	37
5.6.4 Introducció de dades	39
5.7 Acords amb els Diferents Actors	39

5.8 Possibles Problemes i Possibles Solucions.....	40
5.9 Altres Consideracions a Tenir en Compte	40
6. DEMOSTRACIÓ DEL REGISTRE DE TRANSACCIONS I ACTIUS A UN SISTEMA BLOCKCHAIN	42
6.1 Cas d'Ús	42
6.2 Tecnologia	42
6.3 Creació de l'Entorn.....	42
6.3.1 Creació de la xarxa de l'empresa.....	42
6.4 Estructura de la Xarxa	43
6.4.1 Model.....	43
6.4.2 Script.....	44
6.4.3 Permisos.....	45
6.5 Realització de Transaccions	45
6.5.1 Creació del producte.....	45
6.5.2 Transformació del producte.....	45
6.5.3 Transaccions de compra	46
6.6 Registre de Transaccions	46
7. CONCLUSIONS	48
8. ANNEXOS	50
Enllaç al Codi de la Plantilla Desenvolupada.....	65
9. BIBLIOGRAFIA	66

1. INTRODUCCIÓ

La motivació d'aquest treball emergeix del desig de voler combinar dos sectors que fins fa uns anys semblaven extremadament diferents: el sector tèxtil i el de la tecnologia. L'única relació imaginable entre totes dues indústries era el paper de la tecnologia en la creació de màquines per a la producció d'articles. No obstant, això, amb l'extensió de l'ús de les noves tecnologies en tots els aspectes de la vida de les persones avui en dia, és evident que la tecnologia pot aportar molt més al sector industrial que màquines i sistemes per facilitar el procés productiu. Amb aquest pensament al cap i des d'un punt de vista del consumidor habitual de productes d'aquest sector, sorgeix l'interès per la traçabilitat i per veure com diferents eines poden millorar la confiança dels consumidors en els productes que consumeixen i en les empreses que els produeixen.

L'objectiu d'aquest treball és, doncs, comprendre quines tecnologies hi ha disponibles per al seu ús i com cadascuna d'aquestes diferents tecnologies poden adaptar-se a una estratègia de traçabilitat amb la finalitat de millorar la imatge empresarial i augmentar la confiança dels consumidors en una marca. L'anàlisi de les diferents tecnologies realitzat no pretén oferir un coneixement extens del funcionament tècnic de les diferents tecnologies, sinó que es centra en l'ús que aquests sistemes poden tenir a nivell de negoci i només s'expliquen els detalls tècnics necessaris per a complir aquest objectiu.

El treball està estructurat en cinc capítols que permeten comprendre la necessitat d'una tecnologia de traçabilitat i com s'ha de desenvolupar aquesta. En primer lloc, es desenvolupa la motivació per a la necessitat de plantejar una estratègia d'aquestes característiques a una empresa del sector tèxtil. A continuació, es realitza un breu estudi de les tecnologies que permeten la implementació d'aquesta estratègia, amb un èmfasi especial en el blockchain. Seguidament, s'exposen les recomanacions a seguir per a la implementació de l'estratègia. Els darrers dos capítols es centren en un cas d'ús que explora les recomanacions del quart capítol i l'aplicació d'aquestes a nivell pràctic en una plataforma blockchain.

2. LA TRAÇABILITAT AL SECTOR TÈXTIL

Per poder analitzar la utilitat d'implementar una estratègia de traçabilitat al sector tèxtil, abans és convenient conèixer les preocupacions dels consumidors del sector i com la traçabilitat ha permès millorar el comerç dins altres indústries.

2.1 Antecedents

2.1.1 Preocupacions dels consumidors

Durant els darrers anys, els consumidors han esdevingut gradualment més conscients de l'impacte de les seves decisions de compra en l'entorn i en la qualitat de vida de les persones que produeixen els béns que consumeixen. Per aquest motiu, no és estrany veure marques que basen el seu avantatge competitiu en oferir productes produïts sota una sèrie d'estàndards ètics i sostenibles.

Tot i això, només una reduïda part de les empreses inclouen mesures dins les seves estratègies empresarials per adreçar aquestes preocupacions. Una prova d'això és el fet que el sector tèxtil és la segona indústria més contaminant del món, segons (Conca, 2015).

Els principals temes d'interès, que són en els quals les companyies s'han de focalitzar, són la crueltat animal i les condicions de treball dels empleats que produeixen els teixits o cusen els productes (McNeill & Moore, 2015). Aquests temes són difícils de tractar ja que moltes grans empreses, i algunes de mida reduïda, externalitzen la producció dels seus articles a empreses de països en vies de desenvolupament on la legislació laboral és més permissiva o inexistent, permetent així, entre d'altres, el treball infantil. Aquest aspecte s'explora amb major profunditat a l'apartat 2.1.2 *El desastre de Rana Plaza*.

Un altre tema també rellevant pels consumidors és l'impacte ambiental el qual és important degut a la contribució d'aquestes empreses a l'efecte hivernacle (Conca, 2015). Una mostra de la importància d'aquesta qüestió és l'esforç de les grans companyies en promoure campanyes de reciclatge i utilització de les peces de roba usades amb un especial èmfasi en el reciclatge de les peces que ja no es volen (Hennes & Mauritz AB, sense data; Zara S.A., sense data).

En poques paraules, les principals preocupacions dels consumidors són la crueltat animal, les condicions laborals de les fàbriques i l'impacte ambiental. Per tant, la necessitat de

poder saber com les seves decisions de compra afecten aquestes tres qüestions és important.

2.1.2 El desastre de Rana Plaza

Com ja s'ha mencionat amb anterioritat, l'externalització dels processos de producció de les empreses fa encara més difícil obtenir informació respecte les condicions laborals dels treballadors que confeccionen els diferents productes. La caiguda a l'any 2013 de l'edifici Rana Plaza a Bangladesh va evidenciar el problema.

El 24 d'abril del 2013, tot i les advertències sobre l'aparició d'esquerdes a l'edifici de 8 plantes el dia anterior, les diverses fàbriques que hi havia a l'edifici Rana Plaza van decidir fer cas omís a les recomanacions de no accedir a l'edifici i van indicar als treballadors que es presentessin al seus llocs de treball com si es tractés d'un dia normal. No obstant això, tan sols unes hores després, l'edifici sencer va col·lapsar, deixant gairebé 2600 ferits i més de 1130 morts. En un primer moment, la majoria d'empreses que havien externalitzat part de la seva producció a companyies instal·lades a l'edifici es van desentendre, inventant excuses per justificar la presència dels seus productes entre les runes. No obstant això, els col·laboradors de les diverses ONGs que van anar a oferir ajudar i investigar sobre el que havia ocorregut, així com els periodistes, van poder redactar una llista de les empreses que contractaven mà d'obra a aquell edifici (Lobello, 2013). Per poder crear aquesta llista, van haver de buscar documents i etiquetes entre les restes de l'immoble. Així, algunes de les marques que es van veure implicades van estar: Benetton (Itàlia), Bon Marche, Matalan i Primark (Regne Unit i Irlanda), Cato Fashions i The Children's Place (Estats Units), El Corte Inglés i Mango (Espanya), Joe Fresh (Canadà), Kik (Alemanya) i Texman (Dinamarca) (Clean Clothes Campaign, 2014).

Aquest incident, un dels pitjors a la història del sector industrial, va donar visibilitat a un problema que ja existia des de feia temps i continua existint a dia d'avui. El desastre, que va causar la mort de més d'un miler de persones i va deixar altres dos milers amb seqüeles, va obligar a les grans companyies implicades a adoptar mesures per evitar que desgràcies com aquella tornessin a produir-se. Tanmateix, els dos acords més importants tenien un abast molt reduït. El primer, el *Rana Plaza Arrangement*, només es centrava en pagar indemnitzacions a les víctimes de l'accident. L'altre, l'*Accord on Fire and Building*

Safety, tenia una durada inicial de 5 anys, la qual es va prorrogar 3 anys més (Safi & Rushe, 2018).

Aquest exemple torna a remarcar la necessitat de donar eines als consumidors per a poder prendre consciència de la importància de les seves decisions de compra. Només amb l'accés a la informació poden prendre responsabilitat de les seves accions.

2.1.3 El concepte de traçabilitat

La traçabilitat és l'habilitat de rastrejar un lot de productes i la seva història a través de tota, o part de la cadena de producció des de la recol·lecció de les matèries primes fins el transport, emmagatzematge, processament, distribució i venda; o internament en un dels processos de la cadena com, per exemple, el procés de producció (Moe, 1998). En la pràctica, la traçabilitat de la cadena de subministrament s'aconsegueix si els diferents negocis mantenen registres dels proveïdors i els consumidors i intercanvien aquesta informació a través de tota la cadena de subministrament. En particular cada lot o unitat hauria de poder ser tant traçable com rastrejable. Entenent com a traçable el fet de poder conèixer l'origen i com a rastrejable el fet de poder seguir el seu camí a través de la cadena de subministrament des de proveïdors fins a consumidors (Bechini, Cimino, Marcelloni, & Tomasi, 2008).

Com a eina associada a la qualitat, la traçabilitat és un sistema regulat per diferents certificacions de la International Organization for Standardization (ISO). Algunes d'aquestes certificacions com la ISO 16678:2014, que representa la *Guia per a la identificació interoperable d'objectes i els sistemes d'autenticació relacionats per a evitar falsificacions i el comerç il·lícit*, són de caràcter general i aplicable a la majoria de sectors. En canvi altres com la ISO 22005:2007, *Traçabilitat a la cadena d'alimentació i menjar – Principis generals i requeriments bàsics per al disseny i la implementació*, són de caràcter específic d'altres sectors on la traçabilitat també és rellevant, com, en aquest cas el de l'alimentació. Tant és així que a aquest sector la traçabilitat és regulada per llei (Comissió Europea, 2002).

2.2 Beneficis d'Implementar una Estratègia de Traçabilitat

Els beneficis d'implementar una estratègia de traçabilitat inclouen la reducció dels costos dels sistemes de distribució i l'increment de les vendes de productes d'alt valor. Els

sistemes de traçabilitat motiven els proveïdors fent possible l'assignació del cost dels productes menys segurs o que no compleixen amb els requeriments fixats als subministradors d'aquells productes (Cheng, Xiao, Xie, & Huang, 2013).

Tanmateix, implementar una estratègia de traçabilitat, com qualsevol altra estratègia o canvi, té un cost associat. Aquest cost no és merament econòmic, sinó que inclou els costos associats a la implementació del nou procés i l'adaptació al mateix així com la corba d'aprenentatge associada a aquest. Alguns d'aquests costos inclouen el desenvolupament del sistema, la despesa de capital o el manteniment del sistema (Meuwissen, Velthuis, Hogeveen, & Huirne, 2003).

Ara bé, tot i els costos associats, com es menciona a l'inici d'aquest apartat, hi ha clars beneficis associats a la traçabilitat que en justifiquen l'adopció. No tots aquests beneficis són directament associables a un increment d'ingressos, però sí a una millora de la imatge de marca, la qual pot potencialment millorar el nivell de vendes i, conseqüentment, augmentar els ingressos del negoci. Alguns d'aquests beneficis són l'augment de la transparència, la millora de l'efectivitat de la logística i la reducció dels riscos per reclamacions de responsabilitat sobre el producte (Meuwissen, Velthuis, Hogeveen, & Huirne, 2003).

Un anàlisi més extens dels costos i beneficis potencials de l'adopció d'una estratègia de traçabilitat es poden observar a la *Taula 2: Potencials Costos i Beneficis de la Implementació d'una Estratègia de Traçabilitat* de l'annex.

3. TECNOLOGIES ÚTILS PER IMPLEMENTAR LA TRAÇABILITAT

3.1 Tecnologies per al Marcatge i la Identificació del Producte

La Identificació Automàtica i Captura de Dades, o Automatic Identification and Data Capture (AIDC) en anglès, són el conjunt de tecnologies dedicades a la recollida, emmagatzematge i comunicació de dades de diversa naturalesa per al seu posterior ús. La família de les AIDC inclou diverses tecnologies que poden resultar útils a nivell de negoci per facilitar la traçabilitat dels productes (AIDC Technologies, sense data). Dintre de les AIDC, la tecnologia més coneguda pel seu estès ús són els codis de barres. No obstant això, hi ha altres tecnologies pertanyents a aquest camp que poden resultar més útils per a una empresa que vulgui implementar una estratègia de traçabilitat.

3.1.1 Codis de barres

Els codis de barres, aquelles comuns marques blanques i negres amb números inventades fa més de 50 anys, permeten la transmissió gairebé automàtica de dades. Això facilita el moviment de béns. Hi ha de diferents tipus segons la manera en que es mostren o les dades que codifiquen, només números o números i lletres, principalment.

D'entrada, pot semblar una bona opció: és una tecnologia estesa, simple i amb un funcionament fàcil d'entendre. Ara bé, les dades que permet codificar es limiten a uns quants caràcters ASCII (números, lletres i alguns signes de puntuació) el que limita la informació que poden mostrar. Tot i això, aquest fet no impossibilita l'opció de basar un sistema de traçabilitat en aquesta tecnologia, només argumenta que un sistema basat en codis de barres per a la transmissió d'informació es trobaria limitat en quant a dades que pot gestionar.

3.1.2 Codis QR: *Quick Response Code*

Un cas especial dels codis de barres, el qual ha esdevingut popular durant la darrera dècada, són els codis de resposta ràpida, també coneguts com a codis QR. Els codis QR són codis de barres bidimensionals, el que permet que aquests codis puguin ser llegits en dues direccions diferents, a més a més d'una major capacitat d'emmagatzemar, i per consegüent, de transmissió d'informació. Gràcies a aquesta major capacitat, aquests codis permeten l'accés a múltiples dades des dels dispositius amb lector (com poden ser els

smartphones). Aquestes dades poden anar des de simple codi alfanumèric, a enllaços a aplicacions mòbils, passant per enllaços a pàgines web, entre altres exemples.

Hi ha dos tipus de codis QR, els estàtics i els dinàmics. Els codis estàtics estan configurats per mostrar sempre la mateixa informació i l'única interacció que permeten és l'accés a les dades que hi estan codificades. D'altra banda, els codis dinàmics permeten modificar les dades codificades al codi o obtenir informació del nombre de vegades que el codi és escanejat.

El major avantatge dels codis QR és que, igual que els codis de barres unidimensionals, tenen un reduït cost i, a diferència d'aquests, els codis QR permeten emmagatzemar una gran varietat de dades diferents.

3.1.3 RFID: Radio Frequency Identification

La identificació per radiofreqüència coneguda pel seu acrònim en anglès RFID és una tecnologia que, com el seu nom indica, utilitza les ones de ràdio per a la identificació de, no només diferents tipus de productes, sinó també mascotes. Aquesta identificació es fa possible mitjançant tres components: una antena o bobina, un transceptor i una etiqueta electrònica.

Dins del sistema, les antenes són les encarregades de la transmissió d'informació entre el transceptor i l'etiqueta. L'antena té la funció de crear el vincle de comunicació entre el transceptor i l'etiqueta, encarregant-se de transmetre les dades entre els dos dispositius. L'etiqueta, per la seva banda, emmagatzema la informació rebuda per l'antena. Sovint l'antena i l'etiqueta es presenten com un únic dispositiu. En aquests casos, el conjunt s'anomena lector.

Hi ha dos tipus d'etiquetes RFID segons si disposen de font d'energia pròpia i segons la seva capacitat de llegir i escriure dades a l'etiqueta, actives i passives. Les etiquetes actives són aquelles amb bateria pròpia i capacitat de modificar les dades de l'etiqueta. Aquest tipus d'etiquetes tenen una menor vida (fins a 10 anys), una major mida i capacitat (fins a 1MB) i un cost més elevat. D'altra banda, les etiquetes passives operen amb energia proveïda pel lector. Això els permet una menor mida i cost, així com una major esperança de vida. Tanmateix, aquest tipus d'etiquetes no permeten la modificació de les dades.

Un dels majors avantatges de les RFID davant els codis de barres és el fet que no requereixen contacte físic amb l'etiqueta o que aquesta sigui visible per a lectura de dades. Això permet una comunicació més efectiva i senzilla. Altrament, també implica un cost més elevat que els codis de barres.

3.1.4 NFC: Near Field Communication

Dins les tecnologies RFID, un dels casos més coneguts, degut al seu ampli rang d'aplicacions comercials és la Comunicació de camp proper, també coneguda per les seves sigles en anglès, NFC. Com a subconjunt de les RFID, l'NFC utilitza les ones de ràdio per transmetre les dades i no necessita que hi hagi visibilitat directa entre els dos dispositius. Tanmateix, la raó per la qual l'NFC és la tecnologia RFID més coneguda és degut a les seves característiques úniques. Aquestes tres característiques són la comunicació bidireccional entre els dispositius, el fet que no és possible la lectura simultània de múltiples etiquetes NFC i com el seu nom indica, només funciona quan hi ha gran proximitat entre els dos dispositius o el dispositiu i l'etiqueta. Igual que amb les RFID, dins l'NFC existeixen dispositius actius (com els telèfons mòbils) i passius (com les etiquetes amb el símbol NFC incorporades a productes no-electrònics). En aquest cas, però, existeix la possibilitat de comunicació entre dos dispositius actius el que permet la comunicació bidireccional abans mencionada.

Una de les aplicacions més comuns de l'NFC és el pagament contactless no tan sols a les targetes, sinó també als smartphones, molts dels quals tenen aquesta tecnologia incorporada.

3.1.5 RLTS: Real-Time Locating System

Els sistemes de localització a tems real o RTLS és una tecnologia que permet la localització a temps real de béns o inclús persones en moviment. Hi ha dos tipus de RTLS, de precisió i de proximitat. Els sistemes que utilitzen RTLS del primer tipus tenen un major cost, però informen amb major precisió de la ubicació de l'objecte o persona. En canvi, els sistemes amb RTLS de proximitat informem amb un marge d'error de les localitzacions dels articles o persones.

Aquest sistema permet saber en tot moment on es troba un producte, per tant, podria ser d'utilitat i com no es necessita precisió en les dades, es podria utilitzar un sistema basat en RTLS de proximitat.

Altres tecnologies dins les AIDC inclouen l'RFDC que permet una major interactivitat a l'hora de transmetre les dades d'un codi de barres. No obstant això, per al propòsit d'aquest treball les tecnologies no mencionades a dalt resulten insuficientment rellevants i, per tant, no seran discutides.

3.2 Blockchain

3.2.1 Definició i tipus de Blockchain

El blockchain és un registre digital i incorruptible de transaccions econòmiques que pot ser programat per gravar no només transaccions econòmiques, sinó qualsevol tipus d'intercanvi de valor (Tapscott & Tapscott, 2016).

Per tant, encara que l'ús més conegut del blockchain són les transaccions basades en monedes digitals o criptomonedes com el Bitcoin, l'ús d'aquesta tecnologia té un abast molt més extens. Les possibilitats que ofereix serveixen per a qualsevol tipus de transacció o intercanvi de béns, o, inclús informació, entre dues parts.

Essencialment, hi ha dos tipus de blockchain, el privat i el públic. El primer d'aquests, com el seu nom indica, és accessible per qualsevol individu. Qualsevol persona pot escriure noves transaccions a la cadena¹, però per a qualsevol nova transacció o modificació d'alguna transacció existent, s'ha de resoldre un complicat trencaclosques matemàtic basat en un algorisme hash². Aquest procés de resoldre el trencaclosques és conegut com a block mining i és el que permet assegurar les dades del block ja que per qualsevol modificació o inserció de dades s'ha d'invertir temps en el block mining i, com s'explica al punt 3.2.3 *Com implementar un sistema de blockchain*, fins i tot una petita modificació a una única transacció es tradueix en la modificació de la cadena sencera i del conseqüent mining de tots els blocks de la cadena (Haunts, 2018). A més del block

¹ D'aquí en endavant s'utilitzaran els termes cadena i blockchain indistintament com a sinònims

² Terme explicat al punt 3.2.3 *Com implementar un sistema de blockchain*

mining, una altra característica de les blockchain públiques és el fet que tots els participants de la cadena són posseïdors d'una còpia de la blockchain sencera el que com s'explica més endavant, facilita la immutabilitat de les dades i les transaccions de la cadena.

Amb tot, aquest sistema no és el més apropiat per a empreses que volen implementar el blockchain per a transaccions privades. Això es deu no només al fet que si la naturalesa de les transaccions és privada, aquestes no han d'enregistrar-se a un lloc de lliure accés, sinó també al temps dedicat al mining dels blocks. D'altra banda, com s'ha comentat prèviament, qualsevol capaç de resoldre el trencaclosques pot inserir noves transaccions al block i aquesta funcionalitat pot crear transaccions incoherents amb la lògica de negoci de l'empresa en qüestió. Per solucionar aquesta problemàtica, sorgeix el blockchain privat. Aquest tipus de cadenes són controlades per una entitat privada que gestiona els permisos d'accés i els rols de cadascuna de les parts que formen part de la cadena. Això permet mantenir les transaccions privades ocultes al públic general i controlar qui té accés a cada peça d'informació (Preukschat, et al., 2017). En conseqüent, l'empresa pot segmentar l'accés a la lectura i escriptura d'informació per grups d'stakeholders. Un altre avantatge de les blockchain privades és l'estalvi de temps dedicat al block mining. Ja que l'empresa gestiona l'accés a la informació de manera centralitzada, les parts participants no han de malbaratar tant de temps en resoldre trencaclosques que no aporten cap valor a l'empresa ni al client. Tanmateix, aquest tipus de blockchain requereixen que l'empresa en gestioni la seguretat i inverteixi recursos en assegurar que la cadena es manté en un estat correcte.

	Blockchain privat	Blockchain públic
Accés	Individus autoritzats per l'empresa propietària de la cadena	Tothom
Control d'accés	Empresa propietària de la cadena	Mining dels blocs
Tipus de seguretat	Centralitzat	Descentralitzat
Informació disponible per les parts participants	Depèn del rol que hagi estat assignat per l'empresa propietària pot ser de lectura i/o escriptura per a la parcialitat o totalitat de la cadena	La cadena sencera. Cada cop que s'afegeix nova informació a la cadena, tots els participants són informats

Taula 1: Comparativa de les blockchain públiques i privades

3.2.2 Funcionalitat del Blockchain

Bàsicament, un sistema de blockchain ha de complir dues funcions: enregistrar transaccions en forma de blocs i assegurar la informació continguda a aquests blocs fent ús de la criptografia. Les distintes transaccions contingudes a blocs diferents es vinculen mitjançant codis hash. Un algoritme criptogràfic amb hash és una funció que transforma qualsevol dada o conjunt de dades en una cadena de caràcters de mida fixe. La cadena obtinguda durant aquesta transformació, el hash digest, és el que popularment es coneix amb el nom de hash. El hash ha de ser fàcil de calcular per a qualsevol missatge³ i no ha de poder-se obtenir el missatge inicial a partir d'un determinat hash. És a dir, si s'intenta fer una conversió de hash a missatge, aquesta hauria de fallar. Altres propietats dels valors hash és que dos determinats missatges no poden tenir un mateix valor hash i que si un missatge es modifica, el seu hash també ha de variar. Això és causa de que si el missatge

³ Dada o dades a transformar utilitzant l'algoritme criptogràfic

és modificat, el missatge deixa de ser el que era i passa a ser un de nou, ergo, el seu hash ha de ser diferent (Preukschat, et al., 2017).

Els hash permeten vincular els diferents blocs entre ells i així poder establir-ne la traça. També són responsables d'assegurar la immutabilitat de les dades. Aquesta immutabilitat es garanteix perquè cada bloc conté tres valors hash: el corresponent al bloc precedent, el del bloc en sí i el corresponent al bloc posterior. D'aquesta manera si qualsevol d'aquests hash canvien, la cadena entera falla. Aquest procés s'explica amb més detall al següent apartat.

Ara bé, el hash només permet confirmar la immutabilitat de les dades i la seva traçabilitat, però no garanteix que l'autor de les dades sigui qui afirma ser. Per resoldre aquest problema, es fa ús de les signatures digitals (Haunts, 2018). Les signatures digitals tenen tres components diferents: la generació de les claus pública i privada, les quals estan connectades entre elles, l'algoritme de signatura i l'algoritme de verificació de la signatura. L'algoritme de signatura utilitza la clau privada per a generar la signatura associada a un missatge i l'algoritme de verificació de la signatura utilitza la clau pública per a verificar l'autenticitat del missatge. D'aquesta manera quan el receptor del missatge utilitza l'algoritme de verificació juntament amb la clau pública, pot confirmar si el missatge ha estat enviat per qui afirma haver enviat el missatge. A més a més, com la clau per generar la signatura és privada, un cop un missatge ha estat enviat l'emissor no pot retractar-se del missatge i negar haver-lo enviat ja que només ell coneix la clau necessària per a generar la seva signatura digital.

3.2.3 Com implementar un sistema de blockchain

Per poder utilitzar i implementar un sistema basat en blockchain, independentment de la funcionalitat que es desitgi obtenir del prèviament mencionat sistema, és necessari considerar una sèrie de passos.

En primer lloc, s'ha de decidir la plataforma sobre la qual es basarà el sistema. Algunes de les plataformes de Blockchain més conegudes inclouen Bitcoin, Ethereum, Ripple o Hyperledger. Per poder triar la plataforma més adequada per a la traçabilitat és necessari considerar diversos factors com ara l'escalabilitat de la plataforma, el tipus de consens necessari per a l'addició de noves transaccions, les taxes per transacció, la mida dels

blocs, la possibilitat de crear smart contracts i la seguretat de cadascuna de les potencials plataformes (Pahl, El Ioini, & Helmer, 2018). Una altra característica de disseny important i estretament relacionada amb la plataforma escollida és la publicitat o privacitat de la plataforma. En el cas que es desitgi poder atorgar diferents permisos als usuaris, la plataforma triada o, com a mínim, el sistema a dissenyar, haurà de suportar aquesta funcionalitat i, per tant, no serà públic.

Un cop definida la plataforma, el tipus de blockchain i els diferents rols que hi haurà al sistema, és el moment de determinar quines dades es registraran i traçaran dins cadascun dels blocs. D'igual manera, és important decidir el límit de transaccions per bloc, no oblidant que un número reduït de transaccions es tradueix en un elevat nombre de blocs els quals han de ser mantinguts, fet que es tradueix en uns elevats costos; i, que per cas contrari un nombre massa elevat de transaccions dins un mateix bloc pot dificultar-ne la traçabilitat del mateix.

Tot seguit és necessari determinar com es realitzarà la introducció o actualització de les dades a la blockchain. En el cas d'integrar la tecnologia blockchain amb alguna de les tecnologies recollides a l'apartat *3.1 Tecnologies per al Marcatge i la Identificació del Producte*, és convenient considerar l'ús d'Smart Contracts. A grans trets, els Smart Contracts són scripts que executen transaccions o accions dins la blockchain a partir de certs estímuls (Glaser, 2017). Ergo, una traçabilitat basada en AIDCs, la majoria de les quals funcionen a través de sensors, pot beneficiar-se de l'ús de smart contracts.

En darrer lloc, és necessari determinar el tipus de xifrat a utilitzar i si s'exigirà la utilització de signatures digitals o no.

3.2.4 Utilitat del blockchain en traçabilitat

Parlar de traçabilitat sense mencionar el blockchain és com provar d'escriure sense utilitzar paraules. Independentment de l'adaptabilitat d'aquesta tecnologia als diferents casos d'ús, és una tecnologia que s'ha de contemplar a l'hora de considerar com millorar la traçabilitat de qualsevol procés empresarial. Això es deu al fet que la característica principal del blockchain és la traçabilitat de les transaccions. La principal funció d'aquesta tecnologia és poder obtenir un registre de totes les transaccions realitzades en un mateix sistema i saber l'ordre en que aquestes han estat realitzades. A més a més,

aquesta tecnologia garanteix la immutabilitat de les dades el que permet una major confiança envers els registres creats.

4. PROCÉS D'IMPLEMENTACIÓ D'UNA ESTRATÈGIA DE TRAÇABILITAT A UNA EMPRESA TÈXTIL

4.1 Supòsit Inicial

El procés descrit en aquesta secció és una simplificació del complex procés productiu de les empreses del sector tèxtil. Les descripcions i recomanacions més avall exposades estan centrades en el punt de vista de l'empresa propietària de la marca de roba encara que poden fer referència al punt de vista d'altres stakeholders.

4.2 Definició del Procés

Per poder identificar quines parts de la cadena de subministrament poden ser origen de riscos o poden tenir una menor visibilitat inherent, és necessari comprendre amb exactitud quines són les diferents parts d'aquesta cadena. D'aquesta manera, no només es localitzaran possibles punts d'interès des del punt de vista de traçabilitat, sinó que també es facilitarà la identificació dels documents que es generen a cada part del procés i que són imprescindibles per garantir la màxima traçabilitat dels productes. S'entén com a punts d'interès des d'una perspectiva de traçabilitat, tots aquells components o processos dins la cadena de subministrament on es poden produir riscos, es genera un cost per sobre de l'estimat o esperat o, on, simplement, es desconeix què és el què passa (Kumar, Hallqvist, & Ekwall, 2017).

Per poder obtenir una visió clara i assegurar que cap part del procés és ignorada, és recomanable dissenyar el procés de manera gràfica. Això proporciona una visió simplificada de la producció d'una peça estàndard i permet identificar si s'ha omès alguna part del procés molt més ràpid que no pas el detall explícit de cada pas. No obstant això, la descripció textual del procés també és necessària. El gràfic és únicament una eina facilitadora que s'utilitzarà en altres parts de la implementació.

4.3 Identificació dels Actors Principals

Un cop es té una imatge clara del procés que es segueix, és necessari identificar quins són els actors o stakeholders que hi intervenen. És convenient conèixer quines són les diferents entitats de la cadena per a poder contactar-les en etapes posteriors, ja que per tal

d'obtenir beneficis d'una estratègia de traçabilitat és imperatiu que tots els agents col·laborin i estableixin un marc de treball comú (Kumar, Hallqvist, & Ekwall, 2017).

En un cas ideal, la identificació seria senzilla i directa. Tanmateix, en la realitat aquesta tasca no resulta tan simple. Moltes empreses del sector tèxtil i de roba, en especial les de major mida, però no limitat a aquestes, realitzen outsourcing o externalització de la majoria dels seus processos productius. Aquest outsourcing acostuma a realitzar-se a països en vies de desenvolupament i sovint les empreses només contacten amb els seus proveïdors immediats. A causa de l'elevat nombre de stakeholders, les empreses propietàries de les marques rarament interaccionen amb les entitats que s'encarreguen de la producció de la matèria primera o de la seva transformació. Amb tot, i, insistint novament en la idea mencionada amb anterioritat, és imprescindible identificar quins són aquests actors per poder establir un marc sobre el qual implementar la traçabilitat.

Un cop s'han identificat tots els agents de la cadena és recomanable mostrar-los al mapa o gràfic del procés obtingut després de seguir les indicacions de l'apartat anterior.

4.4 Determinació de la Informació Necessària

El següent pas consisteix en detallar quina és la informació que es vol obtenir de cada actor. Per tal de ser capaç de fer això s'ha de saber quina informació es requereix per part de la companyia i quina és rellevant per als consumidors. Segons diversos estudis (Agrawal & Pal, Traceability in Textile and Clothing Supply Chains: Classifying Implementation Factors and Information, 2019; Thakur & Donnelly, 2010), la informació de traçabilitat d'un producte es pot classificar en quatre grups: informació del producte, informació del procés, informació relativa a la qualitat i informació relativa a l'impacte social i ambiental. El primer d'aquests tipus es refereix a les especificacions inherents del producte, és a dir, els materials amb que s'ha produït, l'origen d'aquests materials i altres detalls. El segon fa referència als detalls del procés de producció del bé. El tercer, a la qualitat del producte i altres detalls relacionats amb aquesta. I, finalment, l'impacte social i ambiental recull tot aquell impacte generat durant les diferents etapes de transformació del producte.

Els quatre grups d'informació a dalt mencionats recullen sota el seu ventall un conjunt de documents altament diversificat. Molts d'aquests documents poden contenir dades de

caràcter confidencial, la publicació dels quals podria posar en perill l'avantatge competitiu dels seus propietaris. Per aquest motiu és primordial que tots els agents de la cadena siguin conscients de quina informació pot ser compartida i quina ha de romandre privada (Kumar, Hallqvist, & Ekwall, 2017). De manera que cap actor pot exigir que un altre actor comparteixi informació de caràcter privat. De la mateixa manera, també s'ha de fer una distinció entre la informació que és rellevant a nivell de consumidor i quina és només pertinent a nivell d'empresa.

4.4.1 Informació rellevant per als consumidors

Segons l'estudi Delphi de (Agrawal & Pal, Traceability in Textile and Clothing Supply Chains: Classifying Implementation Factors and Information, 2019), la informació més important per als consumidors és la composició del producte, el seu origen i les dades relacionades amb temes de reciclatge del producte. Aquestes afirmacions reafirmen l'exposat a l'apartat 2.1.1 *Preocupacions dels consumidors*, perquè la crueltat animal està clarament vinculada de forma no exclusiva als productes d'origen animal, les condicions laborals estan altament relacionades amb la legislació de determinats països (origen) i l'impacte ambiental i el reciclatge són evidentment temes pròxims.

A nivell bàsic, els dos primers aspectes estan coberts i recollits sota la legislació europea que obliga a totes les companyies a especificar la composició de les peces de roba i el seu origen a l'etiqueta (Reglamento (UE) No 1007/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, 2011). Amb tot, el concepte d'origen recollit sota el reglament europeu (el origen que facilite a los consumidores información precisa sobre el país de origen, así como información adicional que garantice la completa trazabilidad de los productos textiles, teniendo en cuenta los resultados de la evolución de las posibles normas horizontales en relación con el país de origen) és ambigu, deixant lloc a possibles interpretacions. D'aquesta manera, la gran part de les etiquetes dels productes tèxtils que són comercialitzats a dia d'avui limiten l'origen del producte a un únic país, el de producció del producte, sense contemplar especificacions del país d'origen dels materials o altres processos requerits per a la fabricació del producte. Igualment, s'ignora la preocupació dels consumidors sobre les condicions laborals dels treballadors de les fàbriques. Per poder ser més transparent en aquest sentit, és necessari donar visibilitat sobre les parts del procés on hi ha una major probabilitat d'explotació laboral. Aquestes

parts són la recollida i transformació de les matèries primeres i la confecció de les peces de roba, les quals sovint es duen a terme a països amb una legislació menys protectora dels drets humans. En altres paraules, tot el procés de creació de valor externalitzat per l'empresa. Una manera de garantir la visibilitat i la transparència és compartir una informació tan bàsica com el nom de les empreses que intervenen en aquest procés. D'aquesta manera, el consumidor pot decidir si vol buscar informació de l'empresa en qüestió i té la garantia que la marca sap qui produeix la seva roba.

Pel que fa a la qüestió mediambiental, informació relativa a l'empremta ecològica produïda durant les diferents etapes de transformació de la peça o informació sobre com es pot reciclar la peça pot realitzar aquesta tasca. Aquesta darrera pot incloure, però no està limitada a, on es pot disposar de la peça de roba i el temps necessari per a la descomposició dels materials que componen la roba.

Tal com s'ha fet a apartats anteriors, és recomanable incorporar la nova informació obtinguda en aquest pas al gràfic obtingut al darrer punt. Així es pot relacionar cada peça d'informació amb un actor diferent i es determina qui s'ha de responsabilitzar de compartir cada informació i qui ha d'exigir que determinats documents o determinades dades siguin compartides.

4.4.2 Informació rellevant per als diferents stakeholders

Segons l'estudi Delphi de (Agrawal & Pal, Traceability in Textile and Clothing Supply Chains: Classifying Implementation Factors and Information, 2019), la informació més important per als stakeholders (excloent els consumidors) és els detalls sobre el fabricant/proveïdor, les especificacions del producte, les certificacions de qualitat, la composició del producte i el seu origen.

Tal com s'ha dit amb anterioritat, la informació sobre la composició i l'origen del producte és requerida per llei i, per tant, ha de ser compartida dins la cadena de subministrament. La resta d'informació són dades que es necessiten a cadascuna de les diferents etapes del procés i, per tant, hauran de proporcionar tots els stakeholders.

Evidentment, la informació requerida pels consumidors ha de ser obtinguda en aquesta part del procés (des de l'obtenció de la matèria primera fins a que la peça arriba a la marca). Tanmateix, és necessari contemplar les diferents regulacions i lleis relatives al

sector tèxtil i de roba i als marcs establerts per a la traçabilitat que poden requerir de diferents documents els quals hauran de ser incorporats al gràfic on es mostrin els diferents documents.

4.4.3 Certificacions

L'eco-labelling, o ecoetiquetatge, juntament amb el etiquetatge social o ètic, permet identificar aquells productes que millor s'ajusten als estàndards ètics i socials. Aquest tipus d'etiquetes són guardonades per organitzacions públiques o privades com la Organització Mundial del Comerç (OMC) o la ISO.

Hi ha molts estàndards que poden diferenciar una empresa en quant a consciència ètica i ecològica i és important tenir-los en consideració quan s'elabora l'estratègia de traçabilitat. Identificar les certificacions que poden ser d'interès per a la identificació dels productes a nivell competitiu pot servir per establir els requeriments a exigir a tots els participants del procés productiu. Altrament, conèixer les certificacions de les que disposen els diferents actors de la cadena, pot permetre categoritzar els productes en funció de les certificacions associades als mateixos.

Algunes de les certificacions importants de caràcter ecològic dins el sector tèxtil són l'eco-label de la Unió Europea, que garanteix que no s'utilitzen determinades substàncies prohibides en el procés productiu dels productes tèxtils o, que en el cas que s'utilitzin, se'n limita la quantitat per respectar el medi ambient; o l'Öeko-Tex® Standard 100 el qual garanteix que el producte al que va adherida no és perjudicial per a la salut. Altres certificacions de caràcter ecològic inclouen el Nordic Swan o el Global Organic Textile Standard (GOTS).

Pel que respecte a l'etiquetatge ètic, es poden diferenciar dos tipus de certificacions: aquelles identificadores del producte i aquelles identificadores de la organització. Entre els estàndards identificadors del producte destaca l'etiqueta de Fair Trade o comerç just que identifica aquells productes on tots els participants de la cadena de producció estableixen contractes justos, fiables i predictibles per invertir en la millora de les condicions laborals dels treballadors segons els estàndards de la Fairtrade Labelling Organisations International (Fairtrade Labelling Organisations International, sense data).

Quant a certificacions aplicables a l'organització sencera, cal destacar la Fairtrade Organization Mark i la Clean Clothes Campaign.

En el cas que l'objectiu d'implementar una estratègia de traçabilitat sigui establir un avantatge competitiu basat en la diferenciació de la marca en qüestions ètiques, socials i en temes relacionats amb la Responsabilitat Social Corporativa en general, aleshores, és convenient tenir com a objectiu certificacions que apliquin a l'organització sencera.

4.5 Selecció de Tecnologies per Facilitar la Traçabilitat

Després d'il·lustrar el procés, els actors que hi intervenen i la informació que s'espera de cadascun d'ells, s'ha de determinar com s'obtindrà, emmagatzemarà, compartirà i validarà aquesta informació. Per a això, és convenient utilitzar tecnologies facilitadores dels sistemes de traçabilitat.

4.5.1 Elaborar llista de tecnologies candidates

En primer lloc, s'ha d'elaborar una llista de les possibles tecnologies a utilitzar. Tenint en consideració els usos que es poden fer de cadascuna d'elles. L'estudi d'aquestes tecnologies s'ha realitzat a l'apartat 3. *TECNOLOGIES ÚTILS PER IMPLEMENTAR LA TRAÇABILITAT* i, per tant, no es repetirà en aquest apartat.

4.5.2 Analitzar viabilitat de les tecnologies candidates

Per poder determinar quina de les tecnologies candidates és més convenient adoptar, s'ha de realitzar un anàlisi de la viabilitat de mercat, tècnica, operacional i financera de cadascuna d'elles a cadascuna de les parts de la cadena (Accenture, 2018). Un cop fet això és molt probable que s'arribi a la conclusió que una mateixa tecnologia pot resultar altament viable a una determinada part del procés i inviable a una altra. Per aquest motiu, no s'ha de seleccionar una sola tecnologia (encara que es pot si es determina efectiva), sinó que s'ha de resoldre quina tecnologia és més adient per a la maduresa tecnològica de cada agent. En cas contrari, es pot triar una tecnologia amb un elevat potencial que pot tenir funcionalitats innecessàries a certes parts del procés o una complexitat massa elevada per a ser gestionada per stakeholders amb disminuït grau de coneixement tècnic en aquesta tecnologia.

4.6 Establiment d'Acords amb els Diferents Actors

Amb el mapeig entre la llista d'stakeholders i la informació necessària, es pot procedir a establir una sèrie de normes per poder garantir el correcte funcionament del sistema de traçabilitat proposat.

En primer lloc, s'ha de decidir un format per a aquelles dades que han de ser compartides. D'aquesta manera, s'evita incoherències entre tipus d'arxius i s'assegura que la informació pública pugui ser útil per l'stakeholder sol·licitant (Kumar, Hallqvist, & Ekwall, 2017).

En segon lloc, s'ha de determinar quin sistema s'utilitzarà per transmetre/compartir la informació i qui tindrà accés i a què. Es pot decidir utilitzar un sistema centralitzat com seria el cas del blockchain on tots els stakeholders autoritzats poden veure la informació que es comparteix i validar-la o, en el cas que es decidís que alguns detalls haurien de romandre privats per a determinats components de la cadena, es pot utilitzar un blockchain amb restricció d'accés o un sistema d'integració un pas cap endavant i un cap enrere de la cadena. En aquest darrer cas, cada actor pot veure únicament la informació compartida per l'actor que el precedeix o l'actor que el segueix. Altra possibilitat és la d'establir un sistema cumulatiu en el que la quantitat d'informació disponible augmenta segons l'article passa d'un agent a un altre.

5. CAS D'ÚS

Per a poder facilitar l'enteniment de la metodologia proposada a l'apartat anterior s'ha exemplificat el procés descrit prenent com a objecte de treball una empresa fictícia. Per a aquest objectiu, en els següents subcapítols es farà un anàlisi i recomanacions de possibles actuacions que la suposada empresa hauria de seguir per aconseguir implementar l'estratègia desitjada de traçabilitat.

5.1 Gargots S.A.

Gargots S.A., en endavant només Gargots o l'empresa, és una empresa tèxtil amb seu a Barcelona. És una empresa de mida mitjana que compta amb 183 treballadors i es dedica a la venda de roba per a gent jove de la marca homònima a l'empresa, Gargots. El seu mercat està essencialment format pel públic d'entre 15 i 40 anys i el rang de preus dels seus productes oscil·la entre els 45€ per una samarreta de tirants fins als 385€ per una bossa de mà.

Fins el 2013, l'empresa havia gaudit de resultats favorables, creixent amb un ritme sostenible des del seu inici. Tanmateix, entre el 2013 i el 2016 els resultats es van estancar i en els dos darrers anys (2017 i 2018) van disminuir subtilment. Ja que l'empresa no té com a objectiu vendre a les grans masses, ni als grans mercats, des d'alta direcció es decideix millorar la posició estratègica augmentant el grau de diferenciació de la marca. Com a conseqüent, i després d'analitzar les característiques dels seus consumidors habituals, es decideix d'implementar una estratègia de traçabilitat.

5.2 Definició del Procés

Abans d'implementar una estratègia de traçabilitat a nivell global de l'empresa és recomanable realitzar una prova pilot, en endavant la prova, per poder analitzar l'impacte de la nova estratègia en els resultats de l'empresa o respecte les previsions fetes per l'empresa. Per a això, Gargots hauria de triar un únic producte el qual utilitzar per a la prova, en aquest cas, es prendrà com a exemple un blazer de color negre.

5.2.1 *Obtenció i transformació de la matèria prima*

El procés de confecció del blazer comença amb el disseny del mateix, però aquest pas queda exclòs de l'estratègia de traçabilitat ja que no és rellevant per a la resolució de les

preocupacions dels consumidors que motiven la implementació d'aquesta estratègia. Per tant, el disseny del procés que seria convenient que Gargots realitzés hauria de començar amb l'obtenció i transformació de la matèria primera.

El producte triat està elaborat a partir de dos components: el polièster i l'elastà. El primer dels materials, el polièster és una fibra d'origen químic, procedent de l'etilè que al seu cop procedeix del petroli. L'elastà, per la seva banda, també és un material d'origen químic, el qual procedeix de la barreja de materials com el polièster, el polièter, el policarbonat o la policaprolactona amb un diisocianat polimèric. Per tant, els dos materials necessaris per a la producció del producte tenen com a component principal el petroli. A raó de la complexitat del procés relatiu a l'obtenció del cru i la seva posterior transformació, Gargots hauria de simplificar aquesta part del procés, si més no, pel que respecte a la prova, i centrant-se en la transformació dels components en teixits i el posterior ús d'aquests teixits per a l'elaboració del seu producte.

D'aquesta manera, el disseny del procés començaria amb l'obtenció o compra dels l'elastà i el polièster, la transformació d'aquests en fibres, a la qual segueix la filatura de les mateixes i, posteriorment, el tissatge per a així obtenir els teixits necessaris per a la producció.

5.2.2 Obtenció de la peça de roba

Quan el teixit està preparat pel seu ús, es duu a terme el tenyit del mateix per obtenir el color desitjat, en el cas del blazer, negre. Tot seguit, es fa el tallat de les diferents parts de la peça fent servir els patrons proporcionats per Gargots i es cusen les diferents parts. Moment en el qual s'incorpora l'etiqueta amb les especificacions de la peça que va cosida a la mateixa. Finalment, es realitza l'acabat de la peça, el qual inclou la incorporació dels botons i els detalls dels passadors de les mànigues. Quan la peça està finalitzada, es procedeix a la incorporació de l'etiqueta externa de la mateixa.

5.2.3 Distribució i venda de la peça

Els lots de peces acabats i etiquetats són enviats a les instal·lacions de Gargots on s'emmagatzemen. Com Gargots no disposa de botigues físiques ni realitza la venda del seu producte mitjançant tercers (només a partir de la seva pròpia pàgina web), les peces només abandonen el magatzem quan han estat comprades per un consumidor. Moment

en el qual passen a disposició de l'empresa de distribució la qual realitza la traçabilitat de la seva contribució a la cadena. Per aquesta raó, encara que en un futur Gargots hauria d'incorporar aquesta part de la traçabilitat dins el seu procés, per a la finalitat de la prova que és verificar la utilitat de la traçabilitat a nivell estratègic, no és necessari incorporar-la dins el disseny.

El disseny fet per Gargots en aquesta primera fase hauria de ser semblant al del *Gràfic Procés 1: Primer Disseny del Procés*.

5.3 Identificació dels Actors Principals

Amb el procés definit i clar, Gargots hauria d'iniciar el contacte amb Texkech, l'empresa marroquina encarregada de la confecció dels blazers. En el supòsit que després de parlar amb Texkech, Gargots obtingués nova informació relativa al flux del procés que desconeixia en un primer moment, hauria de realitzar un nou esbós del procés. Per exemple, en el cas que l'empresa marroquina només fos responsable de la producció de les peces i que rebés els teixits preparats per al seu ús d'una segona empresa marroquina, Hiaka, Gargots hauria de contactar amb aquesta nova empresa per comprendre amb millor claredat quina és la seva intervenció dins el procés.

Si en el moment que contactés amb Hiaka, esbrinés que aquesta compra les fibres que necessita d'altres dues companyies diferents: Xuduo, d'origen xinès, qui li proveeix el polièster i Hyoying, d'origen coreà, qui li proveeix l'elastà, també hauria de contactar amb elles. D'aquesta manera hauria de continuar contactant amb els proveïdors dels seus proveïdors fins a arribar a tenir tot el detall dels stakeholders participants en el nivell de granularitat triat per l'empresa.

En aquest cas, atès que la finalitat és realitzar una prova pilot i com s'ha mencionat amb anterioritat, s'ha limitat al procés a partir de la obtenció dels components necessaris per a l'obtenció de les fibres, els quals són responsabilitat de Xuduo i Hyoying.

5.3.1 Refinament del procés prèviament definit

Després de les diverses converses amb tots Texkech, Hiaka, Xuduo i Hyoying, Gargots hauria d'adaptar el primer disseny a la nova informació obtinguda. En aquest cas, Xuduo realitza la preparació de la fibra abans de poder iniciar el tissatge de la mateixa. Pel que

fa a l'elastà, no pateix un procés de filatura, però sí necessita un procés especial per a realitzar l'acabat de la fibra necessari per a poder realitzar-ne el tissatge.

Després d'afegir aquests nous passos, Gargots hauria d'obtenir un disseny semblant al del *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* en el qual s'han incorporat també el nom de les diverses empreses que subministren de manera directa o indirecta a Gargots.

5.4 Determinació de la Informació Necessària

Per determinar la informació necessària per als dos grups principals de receptors d'informació, Gargots hauria de dur a terme un estudi que podria consistir en realitzar enquestes, en la seva experiència o en un estudi Delphi com el realitzat per (Agrawal & Pal, Traceability in Textile and Clothing Supply Chains: Classifying Implementation Factors and Information, 2019).

5.4.1 Informació rellevant per als consumidors

Com s'explica a l'apartat 4.4 *Determinació de la Informació Necessària*, la informació més rellevant des del punt de vista dels consumidors és els teixits que componen la peça, país de producció de la peça i dels seus components, nom de les empreses productores, empremta ecològica dels diferents processos i informació sobre com s'ha de reciclar la peça de roba.

En el cas concret del producte triat per Gargots, els consumidors haurien d'obtenir informació respecte els components, l'origen de la peça, les empreses productores o participants en el procés productiu i les opcions disponibles per a la correcta disposició, des d'un punt de vista sostenible, de la peça un cop ja no és desitjada. De la mateixa manera, podria resultar positiu, en quant a consumidors es refereix, disposar d'informació de l'empremta ecològica generada per cadascun dels processos. No obstant això, Gargots hauria de centrar-se en punts bàsics per a la prova i deixar la resta de possibles punts d'interès per a una estratègia global a nivell d'empresa. Hauria de prendre aquesta decisió perquè obtenir dades específiques dels nivells de contaminació de cadascun dels processos requereix de sensors i gran inversió per part de l'empresa o dels seus proveïdors (directes i indirectes) per a poder mesurar quant contaminen i aquesta despesa és il·lògica en el context d'una prova pilot.

La informació relativa als components s'hauria d'obtenir en el moment que Hiaka compra les fibres i les transforma en teixits amb una composició específica. El país de producció de la peça, en quant a traçabilitat com a estratègia i no com a obligació legislativa⁴, hauria de ser informació obtinguda des del moment que es produeixen les matèries primes i és informació que ha de ser actualitzada cada cop que els components de la peça canvien de propietari. Aquest darrer també aplica als noms de les empreses productores.

Pel que fa a les opcions de reciclatge, aquestes han de ser incorporades per Gargots ja que no és preocupació dels productors, encara que pot deixar oberta la possibilitat que els proveïdors incloguin dades relatives al reciclatge de manera opcional. A més, pot consultar amb els diferents stakeholders la possibilitat de reutilitzar part de les peces que hagin estat fetes malbé o que hagin estat utilitzades, però continuïn en bones condicions.

5.4.2 Informació rellevant per als diferents stakeholders

La informació rellevant per a les altres quatre empreses participants en el procés productiu del blazer són els detalls del fabricant/proveïdor, o, el que és el mateix, la raó social del proveïdor, les especificacions del producte com, per exemple, el número de lot. Les certificacions de qualitat exigides per legislació al sector, la composició del producte i l'origen.

Les últimes dues dades ja han estat comentades a l'apartat anterior. Pel que fa a la resta, són dades que han d'aparèixer i canviar cada cop que el producte canvia de propietari.

El resultat del gràfic amb les dades necessàries a cada part del procés incorporades es pot veure al *Gràfic Procés 3: Identificació de la Informació Necessària per part de cada Stakeholder*.

⁴ En el cas de ser obligació legislativa, només inclouria el país on es realitza la confecció de la peça. En aquest cas, el Marroc

5.5 Selecció de Tecnologies per Facilitar la Traçabilitat

5.5.1 Llista de tecnologies candidates

Per a la llista de les possibles tecnologies a utilitzar, Gargots hauria de realitzar un estudi similar al realitzat a l'apartat 3. *TECNOLOGIES ÚTILS PER IMPLEMENTAR LA TRAÇABILITAT*.

5.5.2 Anàlisi de viabilitat de les tecnologies candidates

Per l'objectiu d'aquest treball, no es realitzarà un anàlisi de la viabilitat de cadascuna de les diferents tecnologies. No obstant això, s'avaluarà el cost de les tecnologies principals i la capacitat de Gargots de poder fer ús de cadascuna d'elles, tenint en compte que l'empresa hagués obtingut uns resultats al 2018 com els de la *Taula 3: Compte de Pèrdues i Guany de Gargots, 2018*.

Les opcions que Gargots hauria d'avaluar, i la viabilitat de les quals hauria d'analitzar són: els codis QR, l'RFID, l'NFC i el blockchain. En realitzar aquest estudi, l'empresa hauria de tenir en consideració les diferents funcions de cadascuna de les tecnologies. Per tant, el fet de triar el blockchain per enregistrar la informació i permetre-hi l'accés al llarg de la cadena no hauria d'excloure les altres tres possibilitats. Tanmateix, el fet de triar l'RFID com a mètode d'identificació dels productes es tradueix en descartar l'NFC com a possible tecnologia.

En analitzar el cost de cadascuna de les tecnologies, Gargots hauria d'elaborar una llista dels components a recercar. La llista hauria d'incloure, però no estar limitada a el cost de l'etiqueta (especialment per a l'RFID i l'NFC), el cost del hardware, el qual inclou els sensors que han de ser instal·lats en el cas de l'RFID i l'NFC i els ordinadors en el cas del blockchain; el cost del software i el cost d'implementació per part de tercers, en el cas que la tecnologia necessiti un nivell tècnic superior al disponible dins l'empresa i s'hagi de contractar personal extern o una altra empresa per a realitzar-ne la implementació.

Fent ús d'aquests quatre factors, el cost estimat d'implementar etiquetes QR dins el sistema de traçabilitat es limita al cost d'impressió de les etiquetes i al temps requerit per a la programació dels codis. El cost d'implementar RFID per a la identificació dels productes estaria prop dels 10.772€ més el cost de les etiquetes, el qual varia en funció

del tipus d'etiqueta seleccionada. El de la identificació mitjançant l'NFC, si el projecte fos desenvolupat per una consultoria i tingués una duració màxima d'un mes tindria un cost aproximat de 30.000€ més 2,36€ per cadascun dels lectors necessaris més el preu de les etiquetes el qual es situa al voltant de l'euro per unitat. Per últim, el cost d'implementar una blockchain adaptada a les necessitats de l'empresa, a càrrec d'una consultora i en un projecte de tres mesos de duració, hauria de ser d'uns 124.500€ (41.500€ mensuals) més el cost de la targeta gràfica per al processament necessari per al mining dels blocs, la qual té un cost de 1.000€ unitaris, encara que Gargots hauria d'assegurar-se de la necessitat d'aquesta abans d'adquirir-la ja que en funció del disseny del blockchain, pot no ser necessària tanta capacitat de processament i pot ser suficient amb un ordinador amb una RAM d'elevada capacitat. Al cost de la implementació del blockchain i de la targeta gràfica se li hauria d'afegir el cost de manteniment de la plataforma.

Es pot consultar un major detall dels costos aquí exposats a la *Taula 2: Potencials Costos i Beneficis de la Implementació d'una Estratègia de Traçabilitat* de l'annex.

5.5.3 Tecnologies escollides

Després de fer l'anàlisi de viabilitat i considerar l'adaptabilitat de cadascuna de les opcions candidates a l'estratègia desitjada, Gargots hauria de fer una selecció de tecnologies per a cadascuna de les parts del seu procés.

Per al marcatge i la identificació dels productes Gargots hauria de considerar combinar l'RFID amb els codis QR. La primera d'aquestes tecnologies permetria la identificació dels productes des de l'inici del procés de fins el moment que s'incorpora l'etiqueta final al producte. En aquest moment, aquestes etiquetes haurien de ser retirades, ja que deixar que acompanyin al producte fins que aquest estigui en disposició del consumidor significa que el consumidor ha de fer-se responsable de disposar de l'etiqueta, altament contaminant de forma sostenible. En canvi, si s'incorporen etiquetes reutilitzables i es retiren les mateixes a l'última etapa del procés productiu, es redueixen no només els residus nocius, sinó que també es limita el cost associat a la compra de noves etiquetes.

Gargots hauria de triar etiquetes RFID i no NFC no només per l'estalvi en termes de cost, sinó que també perquè dins l'RFID hi ha opcions amb un rang de lectura superior a l'NFC, de manera que els sensors poden estar col·locats a punts estratègics i llegir la informació

de l'etiqueta quan el producte passés per aquelles localitzacions. En canvi, si es fes ús d'etiquetes NFC, els sensors haurien de situar-se molt propers als articles, dificultant la tasca de lectura ràpida el que es tradueix en un major temps per a la lectura de les etiquetes i al seu torn en un major cost.

Pel que fa a l'ús dels codis QR. Aquests haurien de ser incorporats a les dues etiquetes de la roba, l'etiqueta interna on hi ha les especificacions del producte i l'etiqueta externa on es troben els detalls del preu. D'aquesta manera, el consumidor té accés a la informació relativa a l'article a partir del codi QR, el qual hauria d'estar imprès en una etiqueta reciclable i no contaminant. A més a més, en el supòsit que Gargots tingués un sistema de recollida de roba usada per al seu posterior reciclatge, l'empresa seria capaç d'identificar el producte amb el codi QR situat a l'etiqueta interior i el consumidor també podria consultar la informació relativa a l'article que ha retornat a l'empresa. Així, la traçabilitat continuaria fins i tot després de desfer-se de l'article ja no desitjat, el que permetria al consumidor saber què se'n fa del seu producte un cop torna a mans de l'empresa.

Malgrat que l'ús d'etiquetes RFID i codis QR facilita la identificació del producte, la seva funcionalitat es redueix bàsicament a això, facilitar la identificació del producte. Tots dos sistemes haurien d'incorporar únicament un codi identificador del producte el qual hauria de permetre la interacció amb una base de dades on es pogués emmagatzemar i consultar la informació del producte. Per tant, és requerit un sistema que permeti no només incorporar-hi les dades associades a cada identificador (ergo producte), sinó que també permeti a Gargots i a la resta d'stakeholders poder consultar aquestes dades. Amb aquest objectiu, Gargots hauria d'implementar un sistema de blockchain. És recomanable aquest sistema per la seva característica immutabilitat de les dades i la seva capacitat facilitadora per a la integració de les dades entre els diferents participants de la cadena. D'aquesta manera, Xuduo, Hyoying, Hiaka i Texkech introduirien les dades corresponents a l'identificador de cadascun dels seus productes al blockchain i aquesta informació quedaria connectada al llarg de la cadena el que permetria una perfecta traçabilitat des del començament fins al final de la mateixa.

El detall més minuciós sobre com Gargots utilitza aquesta tecnologia per facilitar la traçabilitat dels seus blazers es troba més endavant al punt *5.6 Implementació de les Tecnologies Seleccionades en el Procés Productiu*.

Tot i el fet de valer-se d'un sistema blockchain per a la integració de les dades, tant Gargots com els seus stakeholders podrien disposar de sistemes paral·lels de gestió de dades, com poden ser sistemes ERP, SCM o simples bases de dades els quals interactuessin amb el blockchain actualitzant-ne les dades.

Quant a mostrar la informació al consumidor final, Gargots hauria de crear una aplicació que permetés l'usuari escanejar un codi QR i mostrés la informació del blockchain associada al identificador obtingut del codi.

5.6 Implementació de les Tecnologies Seleccionades en el Procés Productiu

Per poder entendre com Gargots hauria de realitzar la implementació de les tecnologies escollides és necessari les característiques i processos d'implementació intrínsecs a cadascuna de les tecnologies. Com el sistema recomanat per facilitar la traça de les dades és el blockchain, prèviament a analitzar els diferents processos dins la cadena de valor, és convenient dissenyar el sistema blockchain sobre el qual implementar la resta de mesures de traçabilitat. Per establir el disseny, s'ha seguit el procés descrit a l'apartat *3.2.3 Com implementar un sistema de blockchain*.

5.6.1 Selecció de la plataforma i el tipus de blockchain

Tal com s'ha dit anteriorment, per poder beneficiar-se de l'ús de les tecnologies AIDC com l'RFID o els codis QR, és aconsellable l'ús d'*smart contracts*. Per tant, Gargots ha de considerar la capacitat de generar *smart contracts* a les diferents plataformes de blockchain que consideri dins el seu procés de selecció. Per a la prova pilot, l'escalabilitat no és un factor determinant, no obstant això, en el cas que la prova resultés favorable i volgués estendre la solució a altres productors i incrementar el número de transaccions que han de registrar-se, l'escalabilitat de la plataforma triada seria condicionant.

Un altre factor influent és el tipus de consens requerit per cadascuna de les opcions. En el cas de Bitcoin o Ethereum, per exemple, per poder introduir una nova transacció a la cadena, es fa servir el PoW, el qual requereix d'elevat nivell de computació i suposa un

cost en quant al temps necessari per resoldre el trencaclosques. Per a altres casuístiques, aquest temps pot ser irrellevant, però en el context empresarial on minimitzar els costos és imprescindible, el PoW no resulta el millor tipus de consens. A més a més, el PoW és característic de blockchain públiques i com s'explicarà més endavant, aquest no és el cas més adient per a Gargots.

Respecte a la mida dels blocs permesa per cada plataforma, Gargots ha de determinar el nombre de transaccions que desitjarà introduir a cada bloc. Però, independentment de la quantitat exacta de transaccions que decideixi registrar a cadascun dels blocs, ha de contemplar plataformes que permetin blocs de gran capacitat ja que el disseny del seu sistema no ha de veure's limitat per la capacitat dels blocs de la plataforma triada.

Per últim, és necessari examinar els nivells de seguretat associats a cadascuna de les opcions. Per a plataformes com Ethereum o Blockchain, el nivell de seguretat no és elevat ja que segons (Pahl, El Ioini, & Helmer, 2018) aquestes dues plataformes són vulnerables al 51% dels atacs. No obstant això, per a la prova pilot i, considerant la naturalesa de les dades, no és un factor prioritari en importància per a la tria de la plataforma. Tanmateix, en el cas d'implementar una solució estable i estendre-la a nous productors i proveïdors, seria aconsellable que l'empresa busqués formes de millorar la seguretat del seu sistema.

Tenint en compte tots aquests factors, una opció recomanable és Ethereum. La plataforma és ideal per al desenvolupament d'aplicacions basades en l'ús d'*smart contracts* i permet el disseny de blocs de mida variable. A més a més, tot i que el temps de validació de noves transaccions és relativament elevat a causa de la necessitat de PoW, es realitzen elevats nombres de transaccions. Amb tot, és una plataforma pública el que significa que qualsevol persona pot accedir a les dades que s'hi registren. El fet que qualsevol usuari pugui visualitzar les dades de la cadena no és perjudicial per a Gargots ni per a la resta de components de la cadena. Ara bé, que qualsevol usuari pugui introduir noves transaccions i incorporar dades que no són procedents del procés productiu pot resultar danyós. Per aquest motiu, Gargots hauria de triar una plataforma que permetés restringir l'accés a certs usuaris o a certes capacitats i contemplés l'ús d'*smart contracts*. Una solució que incorpora totes aquestes característiques i de la qual, a més a més, se'n fa un estès al món empresarial, és Hyperledger la qual és de codi obert i inclou marcs de treball com l'Hyperledger Grid el qual està orientat a cadenes de subministrament fent ús d'eines com

els *smart contracts* i es desenvolupa parcialment sobre la màquina virtual d'Ethereum, EVM.

5.6.2 Determinació dels rols i permisos associats

La finalitat principal del sistema blockchain és mostrar als clients finals el procés pel que passa una determinada peça de roba. Per a això, els clients necessiten accés a la blockchain per a poder visualitzar la informació. Tanmateix, no té sentit permetre que els clients puguin afegir noves transaccions a la cadena ja que no són part del procés productiu. Per tant, els permisos garantits a aquest tipus d'usuari (client) haurien de ser únicament de lectura de dades.

En contra, els diferents proveïdors dins la cadena han de poder introduir noves transaccions per a així poder registrar les seves dades. Per tant, necessiten permisos d'escriptura i no només lectura.

D'aquesta manera, hi hauria dos tipus d'usuari: usuari amb permís de lectura i usuari amb permís d'edició. El primer tipus d'usuari no hauria de quedar restringit a cap sector de la població ni requerir de cap tipus de mecanisme d'autenticació per a així promoure la transparència de la cadena. En canvi, el segon tipus hauria de quedar restringit als proveïdors directes o indirectes de Gargots i necessitar d'autenticació per a poder introduir nous blocs o transaccions a la cadena.

No obstant això, Gargots hauria de contemplar la possibilitat que un dia canviïn els actors de la cadena, ja sigui per que l'empresa en sí canviï de proveïdors o perquè una de les empreses integrants canviï de proveïdors. En aquest supòsit, serà necessari atorgar nous permisos i retirar-ne els antics. Per a això, serà necessari un usuari amb permisos de gestió d'usuaris el qual hauria de ser Gargots.

5.6.3 Estructura de les dades

Les dades als blocs del blockchain s'estructuren en dues parts: la capçalera i els detalls de les transaccions. Les dades de la capçalera són aquelles dades necessàries per a vincular els blocs entre ells i així poder establir-ne l'ordre i els detalls de les transaccions inclouen totes aquelles dades definides a nivell de negoci.

La capçalera també inclou la informació necessària per a validar el bloc i assegurar-ne la immutabilitat. Segons (Haunts, 2018) la capçalera inclou el hash del bloc, el número del bloc, la data de creació, el hash del bloc precedent i el hash del bloc següent. El hash del bloc és el que s'obté a partir de totes les dades contingudes al bloc de manera que si qualsevol d'elles canvia, el hash també es veu afectat. El número del bloc estableix la posició del bloc dins la cadena, és a dir, permet saber quin és el primer bloc, el segon, el tercer i, així, fins al bloc n . La data de creació, permet conèixer el moment en que el bloc és incorporat a la cadena. Per poder garantir la immutabilitat de la cadena, el valor calculat del hash del bloc precedent i el del bloc posterior s'emmagatzemen a la capçalera de manera que si les dades del bloc precedent es modifiquen, el hash d'aquell bloc serà diferent a l'emmagatzemat al bloc actual i aleshores aquell bloc fallarà. D'igual manera, si s'altera la informació del següent bloc, el hash del següent bloc canviarà i deixarà de ser igual al hash del bloc actual creant un error de validació al sistema.

A més a més de les dades amunt explicades, seria recomanable incorporar un camp on guardar la signatura digital. D'aquesta manera no només es valida que la informació dels blocs no hagi estat modificada, sinó que també garanteix que l'autor del bloc es qui afirma ser.

Respecte als detalls de la transacció, aquests inclouen totes les dades definides a nivell de negoci. En el cas de Gargots, aquestes dades són la raó social de l'empresa que genera el bloc, les especificacions del producte, les diferents certificacions de qualitat que l'autor té relatives al producte, els detalls de la composició del producte, l'origen del producte i les opcions de reciclatge relatives al producte. Com es mostra al *Gràfic Procés 3: Identificació de la Informació Necessària per part de cada Stakeholder*, els proveïdors directes i indirectes de Gargots no haurien d'estar obligats a informar de les mesures a prendre per reciclar els seus productes. Ara bé, hauria de romandre oberta la possibilitat que si disposen de recomanacions específiques relatives a la manera sostenible de desfer-se de qualsevol dels seus productes puguin incorporar-les a la blockchain, estalviant així la feina a realitzar per Gargots; o, com a mínim, oferint més informació als clients finals del producte. Per aquest motiu, el camp d'opcions de reciclatge hauria de ser una dada que aparegués a tots els blocs, però tingués un caràcter opcional. La resta de dades definides per a les transaccions haurien de ser imprescindibles per a aprovar com a vàlid

un bloc. És a dir, si un usuari⁵ intenta afegir un nou bloc a la blockchain sense informar un dels camps obligatoris com ara la composició del seu producte, el sistema desenvolupat hauria de rebutjar el bloc sense arribar a inserir-lo a la cadena. En canvi, si tots els camps obligatoris estan informats, però no hi ha informació relativa a les opcions de reciclatge del producte, el bloc hauria de ser acceptat pel sistema.

5.6.4 Introducció de dades

Les dades incorporades al blockchain hauran de tenir totes la mateixa estructura, no obstant això, els diferents usuaris poden obtenir aquesta informació de mitjans molt diferents fet que no hauria d'ocasionar cap problema ja que les dades obtingudes a través de diferents mitjans han de poder ser convertides al format adequat per un sistema intermediari. A més a més, la introducció de dades en cap cas hauria de ser directa perquè si es segueixen les recomanacions del subapartat *5.6.1 Selecció de la plataforma i el tipus de blockchain*, Gargots hauria de fer d'una plataforma amb possibilitat de creació d'*smart contracts*, els quals haurien de ser els encarregats d'inserir nous blocs a la cadena quan es produïssin determinades operacions.

El mètode d'entrada de dades utilitzat per cada usuari, dependrà del nivell de maduresa tecnològica del mateix. Un usuari amb inexperiència amb blockchain i amb tecnologies complexes, requerirà de mètodes simples i directes d'introducció de dades. En canvi, un usuari que faci ús de sistemes de gestió d'informació adaptats a les seves operacions, requerirà d'un segon sistema que converteixi les dades i les introdueixi al blockchain o d'una altra alternativa que transformi les dades obtingudes pel sistema de gestió en dades útils i comprensibles per al sistema blockchain establert. Un cas d'ús real on s'observa diferents nivells de maduresa tecnològica i com afecten a la implementació d'un sistema blockchain a la cadena de subministrament es pot observar a (Accenture, 2018).

5.7 Acords amb els Diferents Actors

En un primer moment és possible que els proveïdors, especialment aquells que no subministren directament a Gargots, es mostrin escèptics davant la proposta de la nova

⁵ En aquest context, el terme usuari és empleat per a referir-se a qualsevol stakeholder participant de la blockchain

estratègia. Encara que el cost fos assolit per Gargots, els proveïdors haurien de fer front a un canvi en la manera d'operar, en el cas que no compartissin totes les dades requerides per Gargots amb els seus clients directes. O, si més no, hauran d'acceptar que es realitzi la instal·lació dels sensors per al seguiment de les etiquetes RFID i hauran d'incloure la incorporació d'aquestes als seus processos productius. Aquests canvis poden ser objecte de la negativa per part dels proveïdors a participar en la prova.

Per poder crear una motivació que justifiqui la participació en la prova per part de tots els stakeholders es pot fer ús de primes o establir contractes que vinculin a totes les empreses participants durant un determinat període temps mínim, el que beneficiaria als proveïdors ja que els asseguraria uns determinats clients durant la durada del contracte.

Durant aquesta etapa Gargots hauria d'assegurar-se de convèncer a tots els stakeholders dels beneficis d'aquesta estratègia i dur a terme els corresponents acords per poder dur-la a terme. Aquests acords haurien d'incloure documents on s'especifiquin les dades necessàries per cadascun dels blocs i el format en que han de trobar-se aquestes dades.

5.8 Possibles Problemes i Possibles Solucions

A part de les preocupacions dels consumidors explicades a aquest treball, altra de les preocupacions principals per part de les empreses que poden impulsar l'adopció d'una estratègia de traçabilitat és l'elevat nombre de falsificacions que es generen al mercat. Aquests còpies no autoritzades esdevenen competència de les marques i afecten la mida del seu mercat. Amb la traçabilitat, però, i permetent al client conèixer l'origen de cada peça s'hauria de poder reduir el nombre de falsificacions. No obstant això, si es segueix el sistema descrit a aquest apartat, es corre el risc de que els codis QR siguin copiats amb gran facilitat

5.9 Altres Consideracions a Tenir en Compte

Per evitar que els imitadors aprofitin el sistema de traçabilitat per convèncer els consumidors de la falsa veracitat dels seus articles, és recomanable utilitzar etiquetes segures. Segons (Agrawal, Koehl, & Campagne, A secured tag for implementation of traceability in textile and clothing supply chain, 2018), és possible crear una etiqueta aleatòria utilitzant partícules microscòpiques. Aquestes partícules es barregen amb pasta d'imprimir i s'incorporen a una petita zona del teixit. Les partícules es distribueixen de

manera aleatòria sense codificació el que impossibilita la reproducció del codi generat i, en consegüent, inhabilita la seva còpia. Per poder utilitzar aquest codi com a mesura de seguretat, el posicionament de les partícules es mapeja a un codi QR. D'aquesta manera, per poder llegir el codi QR, aquest ha de ser verificat pel codi imprès a la peça de roba. En el cas que el codi QR fos copiat en una peça falsificada, la tela no tindria el codi de micropartícules o, en el cas que el tinguéssim, la probabilitat que aquest poguéssim verificar el codi QR seria pràcticament nul·la.

6. DEMOSTRACIÓ DEL REGISTRE DE TRANSACCIONS I ACTIUS A UN SISTEMA BLOCKCHAIN

6.1 Cas d'Ús

Per a la realització d'aquesta demostració de conceptes s'ha utilitzat el cas d'ús de l'apartat anterior, Gargots S.A. El disseny aquí representat està adaptat i fet a mida del procés del blazer sintetitzat al *Gràfic Procés 2: Identificació dels Stakeholders Participants al Procés*.

6.2 Tecnologia

La tecnologia utilitzada per a la demostració de la implementació del disseny ha estat l'eina Composer de Hyperledger. La raó per la qual s'ha utilitzat aquesta eina ha estat pel fet que disposa d'una extensa documentació, exemples i una plataforma on poder realitzar tests i proves de disseny sense la necessitat d'implementar el codi en una xarxa blockchain real. La plataforma que permet l'entorn controlat de la cadena i les dades és el Composer Playground.

6.3 Creació de l'Entorn

Per a poder crear l'entorn de treball, on es podrà crear la xarxa de l'empresa, és necessari utilitzar la plataforma des d'un portal web o descarregar l'aplicació a l'ordinador. En aquest cas, s'ha fet servir la primera aproximació, però totes dues són igual de vàlides.

6.3.1 Creació de la xarxa de l'empresa

Un cop a la plataforma, s'ha de crear la xarxa on s'inclouran tots els actius, les transaccions i els participants de la cadena de subministrament de Gargots. En la creació d'aquesta, s'ha d'introduir el nom de la xarxa juntament amb una breu descripció de la mateixa i un identificador o nom per a la figura d'administrador de la pàgina.

Per a la creació de la xarxa, es pot triar entre una llista de plantilles disponibles dins la plataforma, una plantilla pròpia o un projecte buit. En el cas de desconèixer el funcionament de la plataforma, és convenient crear un primer projecte basat en la plantilla més similar al cas d'ús específic, en aquest cas, la de la manufactura de cotxe. La plantilla pot ser útil per a entendre el funcionament dels permisos i el flux que segueix la cadena.

No obstant això, de cara a la creació de la xarxa real per a una casuística com la de la prova pilot de Gargots o real, és convenient crear un projecte en blanc i dissenyar l'estructura de les dades abans d'escriure cap línia de codi.

6.4 Estructura de la Xarxa

Una xarxa realitzada utilitzant Composer necessita un mínim de dos arxius per a poder funcionar: l'arxiu amb el model on es defineixen totes les entitats (actius, transaccions, participants i conceptes) que integren la xarxa i l'arxiu on es registren i defineixen els permisos de creació, actualització o eliminació de cadascun dels integrants de la xarxa.

6.4.1 Model

El model utilitzat, basat en el *Gràfic Procés 2: Identificació dels Stakeholders Participants al Procés*, consisteix de cinc tipus d'usuaris, dels quals dos, “Empresa” i “Usuari” són abstractes (veure *Il·lustració 1: Definició dels Participants Usuari i Empresa*). El fet que siguin abstractes implica que no poden haver-hi participants de cap d'aquests dos tipus. Per tant, els participants de la xarxa han de ser dels tres tipus restants: “Fabricant”, “Regulador” o “Consumidor”. La figura de regulador és la mateixa que la d'administrador i en aquest cas és la figura que s'assigna a Gargots. El detall de les diferents definicions dels participants pot veure's a *Il·lustració 2: Definició dels Participants no Abstractes*.

Altres set de definicions són les relatives al producte. Les quals inclouen el producte i els detalls del producte amb tota la informació recomanada a l'apartat 5.4 *Determinació de la Informació Necessària*. Dins la definició de producte cal destacar tres propietats. La primera d'elles són les opcions de reciclatge les quals, de la mateixa manera que el producte d'origen número dos s'han marcat com a opcionals. Això s'ha fet perquè els productes són creats i actualitzats pels fabricants o proveïdors i aquests, com ja s'ha explicat amb anterioritat, no estan obligats a definir les opcions de reciclatge del producte. Pel que fa als dos productes d'origen, aquestes propietats fan referència a la relació entre un producte i el producte del que aquest procedeix. Les descripcions dels productes es poden veure a les *Il·lustració 3: Definició del Producte*, la *Il·lustració 4: Definició dels Detalls del Producte*, la *Il·lustració 5: Enumeració dels Estats del Producte* i *Il·lustració 6: Definició de les Opcions de Reciclatge i enumeració de les Certificacions del Producte*.

L'últim concepte definit al model no relacionat amb les transaccions són la llista de possibles certificacions a nivell de producte i a nivell de producte (*Il·lustració 7: Enumeració de les Certificacions de Producte i d'Empresa*). Aquesta llista està limitada a les certificacions explicades dins aquest treball, però en un cas real podria ser d'una major extensió.

Les definicions de les transaccions recullen les dades necessàries per a realitzar cadascuna de les transaccions definides a l'entorn de prova. Les transaccions definides són la realització d'una compra, el tancament de la mateixa, la creació d'un producte i la transformació del mateix. Cadascuna de les transaccions definides té un esdeveniment associat el qual permet l'execució de l'smart contract que defineix quan s'ha d'executar cada transacció. Les transaccions i els seus esdeveniments estan a la *Il·lustració 8: Definició de la Compra i la Transacció de Realització de la Compra*, la *Il·lustració 9: Definició de la Transacció de Tancament de la Compra i els Esdeveniments de Realitzar la Compra i Tancament de la Compra*, la *Il·lustració 10: Transacció i Event de Transformació del Producte* i la *Il·lustració 11: Transacció i Event de Creació del Producte*.

6.4.2 Script

L'script és l'arxiu on es defineixen els diferents smart contracts associats a cadascuna de les transaccions. És necessari un smart contract per a cada transacció.

Els smart contracts a Composer tenen una estructura molt determinada. En primer lloc hi ha una capçalera en forma de comentari on s'inclou com a paràmetre l'objecte que representa la transacció associada a la funció de javascript que representa l'smart contract i l'etiqueta de transacció (veure *Il·lustració 12: Capçalera i Part de la Funció de la Transacció de Realització de Compra*). En segon lloc hi ha el nom de la funció on s'inclou com a paràmetre una variable que enregistra totes les dades introduïdes per l'usuari en el moment de realitzar la transacció. Tot seguit hi ha el codi on es defineix quines accions es vol que executi l'smart contract. Per últim es defineix l'esdeveniment i s'emet (veure *Il·lustració 13: Emissió de l'Esdeveniment de Realització de la Compra*). Si l'esdeveniment no té les mateixes propietats que la transacció es produirà un error del sistema.

6.4.3 Permisos

Com ja s'ha explicat amb anterioritat, Hyperledger és una plataforma amb control d'accés on es poden crear blockchain privades. Per aquest motiu, s'ha de crear un arxiu on s'especifiquin els permisos de cada participant de la cadena. En cas contrari, els permisos seran els definits per defecte a la plataforma que són de creació, lectura, modificació i eliminació de dades restringides a l'usuari administrador.

Per a poder establir quins permisos ha de tenir cada participant és convenient confeccionar una taula on definir els permisos com la de *Taula 4: Permissos per Participant de la Cadena*.

En el moment de creació de l'entorn de la xarxa, l'únic usuari participant és el que se li ha assignat el rol d'administrador en el moment de definició dels detalls de la xarxa. Per a poder introduir nous participants al sistema, s'ha de crear el participant dins el sistema i després s'ha de crear una targeta d'accés al sistema per al participant en qüestió. Aquest procés s'ha de realitzar per a totes les entitats participants del sistema fins a obtenir un llistat com el de la *Taula 4: Permissos per Participant de la Cadena*.

6.5 Realització de Transaccions

6.5.1 Creació del producte

La primera de les transaccions a realitzar és la creació dels productes dels que parteix el procés productiu. Aquests dos productes poden ser creats per l'usuari administrador o de manera manual o, per Xuduo i Hyoying fent servir la transacció de creació del producte. En aquest darrer cas, s'hauria de seleccionar la opció i introduir les dades de la transacció. Després l'smart contract executaria la seva funció i es realitzaria la creació del producte, establint a l'empresa com a propietària del mateix (veure *Il·lustració 15: Creació d'un Nou Producte*).

6.5.2 Transformació del producte

D'acord amb el *Gràfic Procés 2: Identificació dels Stakeholders Participants al Procés*, tant Xuduo com Hyoying realitzen transformacions de les seves matèries primeres per a l'obtenció de les fibres necessàries per a la fabricació del teixit. Aquestes transformacions es podrien veure coma creació de nous productes a partir dels productes ja existents. No

obstant això, també es poden entendre com a transformació dels productes ja existents en altres similars, però amb diferents característiques i realitzant un canvi de fabricant, com es pot observar a *Il·lustració 16: Registre d'un Producte* on el fabricant és “pppp”, l'utilitzat per a les matèries primeres i, en canvi, a la *Il·lustració 18: Transformació d'un Producte* i a la *Il·lustració 19: Registre d'un Producte Transformat* el fabricant és “f001” que és Xuduo.

En el cas que un fabricant volgués transformar un producte que no és de la seva propietat, el sistema mostraria un error com el de *Il·lustració 17: Intent de Registre d'una Transacció Invàlida* quan Xuduo intenta transformar l'elastà que pertany a Hyoying.

6.5.3 Transaccions de compra

Per a canviar el propietari d'un producte és necessari realitzar una compra. Quan un fabricant realitza una compra, no és necessari que informi de tots els camps de producte. Només ha d'informar de la “id” de la compra i del producte que vol comprar (veure *Il·lustració 20: Realització d'una Compra*). La resta de dades s'autocompleten al registrar la transacció. Per a que el canvi de propietat del procés es completi es necessari que el venedor tanqui la compra, transacció que s'hauria de realitzar en el moment que s'envien els productes o es rep el pagament de la compra o qualsevol altre moment determinat per les diferents parts. Quan es tanca la compra, aquesta canvia d'estat a entregada i el propietari del producte en qüestió passa a ser el comprador com es pot observar a la *Il·lustració 22: Tancament d'una Compra* i la *Il·lustració 23: Registre d'un Producte després del Canvi de Propietat Executat per la Transacció de Tancament de la Compra*.

El blazer, utilitza dos teixits diferents. Un per al folre que segueix un procediment de creació com el del subapartat 6.5.1 *Creació del producte* i un altre per a la part exterior que es crea a partir de la combinació de l'elastà i el polièster. Per a poder introduir el segon producte d'origen és necessari seleccionar l'opció de mostrar les propietats opcionals i introduir l'identificador del segon producte. Es pot veure la demostració d'això a *Il·lustració 24: Utilització de Propietats Opcionals*.

6.6 Registre de Transaccions

Com totes les transaccions estan registrades a la cadena, qualsevol canvi que es realitzi queda reflectit al sistema. Com es pot veure a la imatge *Il·lustració 25: Registre de les*

Transaccions Realitzades al Sistema, amb el detall de qui realitza la transacció i quina transacció ha realitzat queda també desat en moment en que s'ha produït la transacció. D'aquesta manera si un usuari volgués obtenir informació del producte que ha comprat, només hauria de revisar les transaccions relacionades amb el seu producte per a així poder obtenir informació completa sobre el procés productiu que ha seguit la peça.

7. CONCLUSIONS

És inqüestionable que la traçabilitat és útil per a la millora de la imatge de les empreses i permet una millora de la informació disponible. Aquesta informació no és únicament útil a nivell de transparència, a més a més, utilitzada adequadament pot millorar l'eficiència de la gestió dels actius i les comandes.

No obstant això, i, tot i l'anàlisi econòmic del cas d'ús, una estratègia de traçabilitat com l'exposada en aquest treball, realitzada a nivell d'empresa, no limitada a un únic producte, pot arribar a tenir un cost molt elevat. Per empreses com la del cas d'ús, que tenen com a mercat un sector específic de la població al que no li importa haver de pagar un cost més elevat per productes més exclusius, aquesta estratègia pot resultar útil. Aquest tipus d'empreses basen les seves estratègies de negoci en la diferenciació dels seus productes i la millora de la imatge de marca. Per tant, la traçabilitat pot recolzar aquestes decisions a nivell de negoci i justificar-ne el cost. Es pot realitzar un estudi de l'impacte que tindria un augment del preu en els consumidors per a així recuperar la inversió feta o, estimar l'augment de les vendes produïdes per la millora de la imatge de la marca. En qualsevol cas, l'estratègia pot ser rellevant per al sector específic de la població al que van dirigits aquest tipus de negocis. Tanmateix, per a grans companyies multinacionals que aposten per els mercats de masses, una estratègia d'aquestes característiques aplicada a tots els seus productes, els quals tenen un marge de benefici reduït a causa del seu baix preu de venda, no és recomanable. La necessitat de capital per a realitzar-la seria encara major que a una empresa com a la del cas d'ús i la probabilitat que aquesta afecti al nivell de vendes es reduiria ja que molts dels seus consumidors basen la seva decisió de compra en baix nivell de preus i no en productes diferenciats per temes ètics i/o sostenibles. Una estratègia així, tampoc seria aplicable a negocis locals amb un baix nivell de facturació que no podrien finançar el cost de l'estratègia.

Recollint el més important del treball, hi ha un gran conjunt de tecnologies disponibles per a la implementació de la traçabilitat, i, entre elles destaca el blockchain per la seva capacitat d'emmagatzemar registres de transaccions i garantir-ne la immutabilitat dels mateixos. Una implementació de la traçabilitat basada en blockchain i recolzada per sistemes de traqueig d'actius a partir de l'ús de l'RFID i els codis QR pot tenir un cost molt elevat per a justificar el seu ús en la majoria de les empreses. Amb tot, existeix un

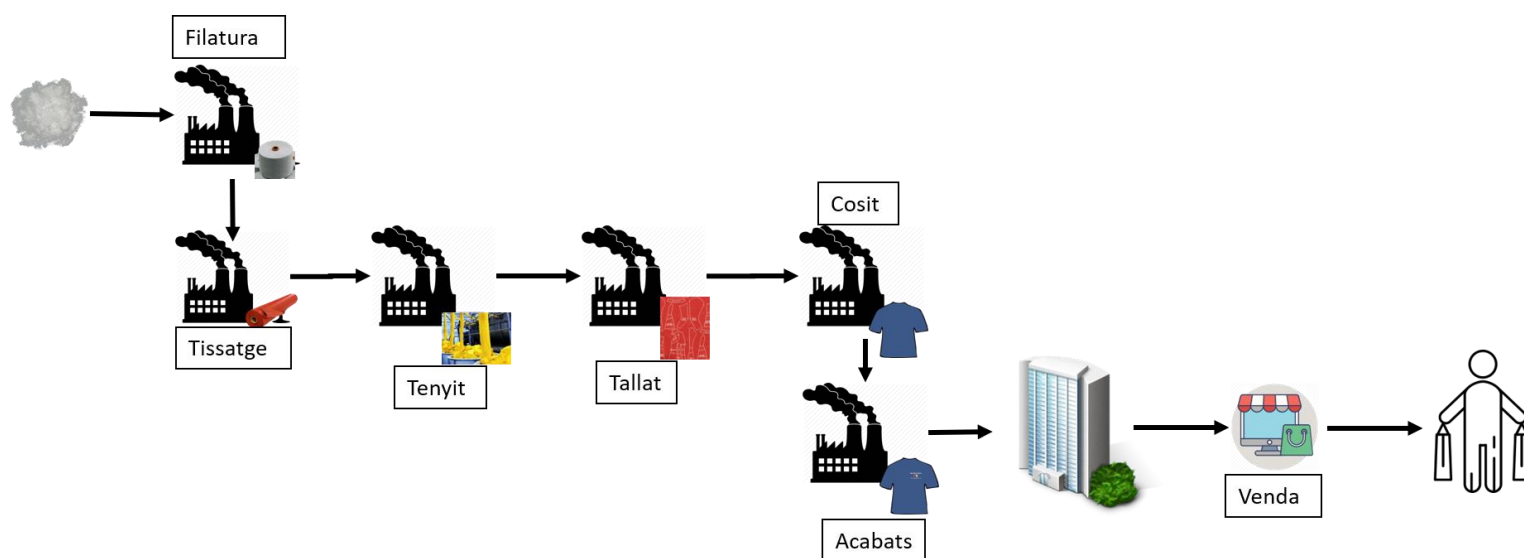
sector en el que aquestes estratègies tenen sentit i en el que el cost d'aquestes pot ser justificats i és el format per empreses que focalitzen les seves vendes en segments de població que busquen articles exclusius, es preocupen per temes ètics i la qualitat no només dels productes de les empreses, sinó que també dels processos productius (a nivell ètic i sostenible), i que als que no els importa haver de pagar més per a justificar la disponibilitat d'aquest tipus d'informació.

8. ANNEXOS

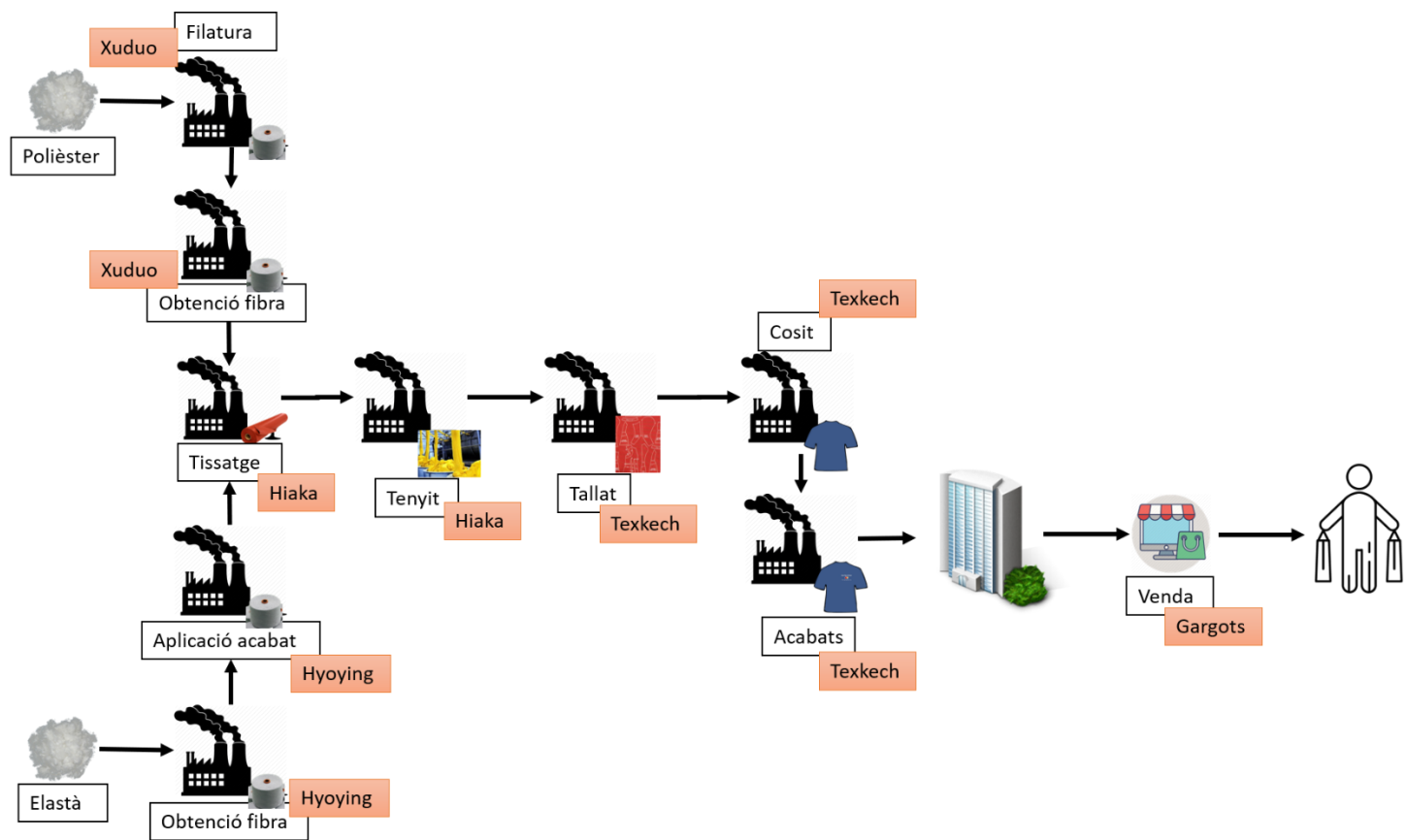
Costos Potencials	Beneficis Potencials
Desenvolupament	Augment de la transparència
Formació	Logística més efectiva
Despeses en capital	Reducció de costos a nivell de transacció per la identificació dels proveïdors, negociació i verificació dels contractes
Transformació de processos	Millor control de les existències
Automatització	Reducció del risc de reclamacions de responsabilitat
Verificació i validació	Retirada més efectiva de línies de producte defectuoses
Manteniment dels registres	

Taula 2: Potencials Costos i Beneficis de la Implementació d'una Estratègia de Traçabilitat

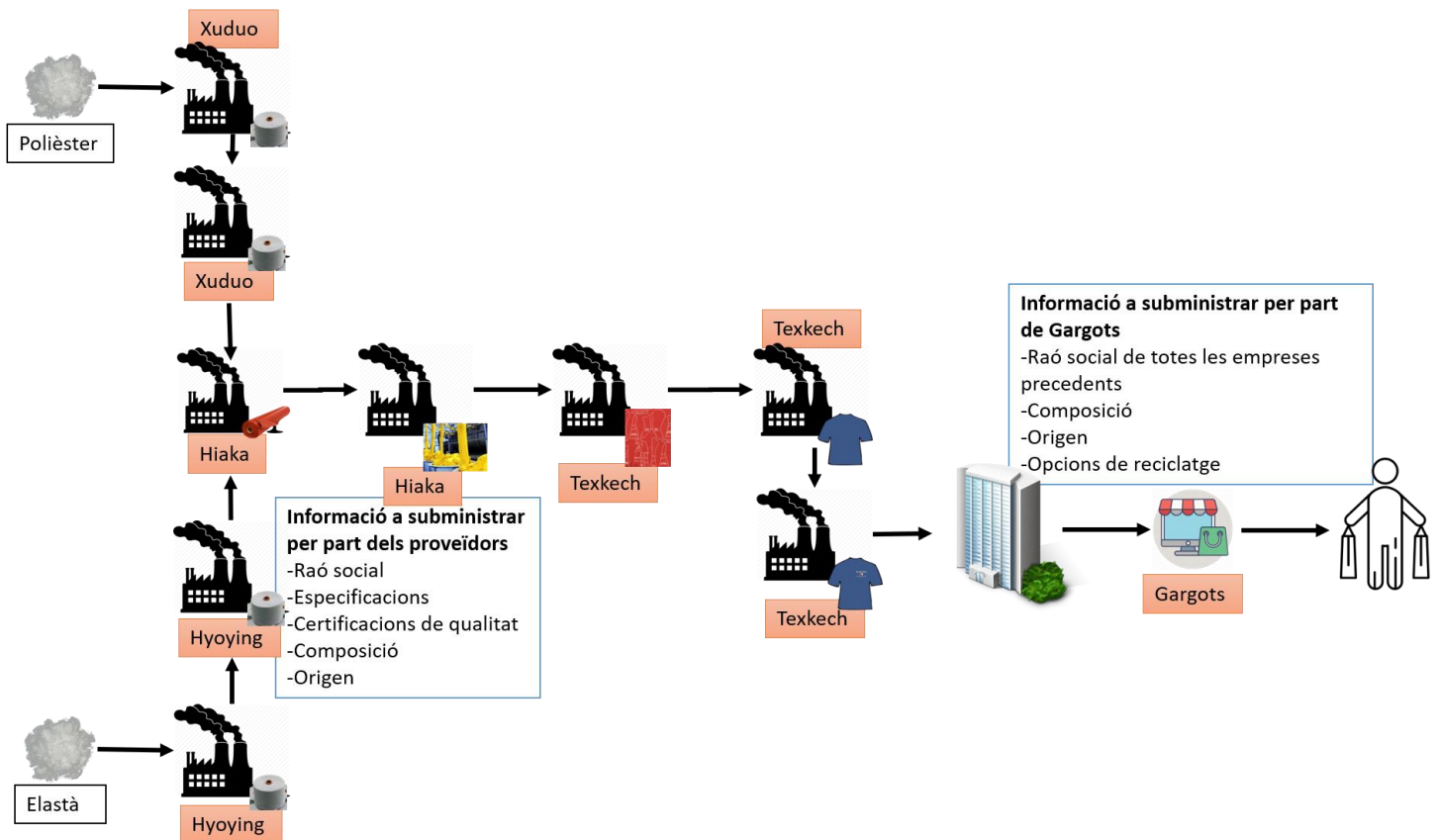
Font: (Meuwissen, Velthuis, Hogeveen, & Huirne, 2003)



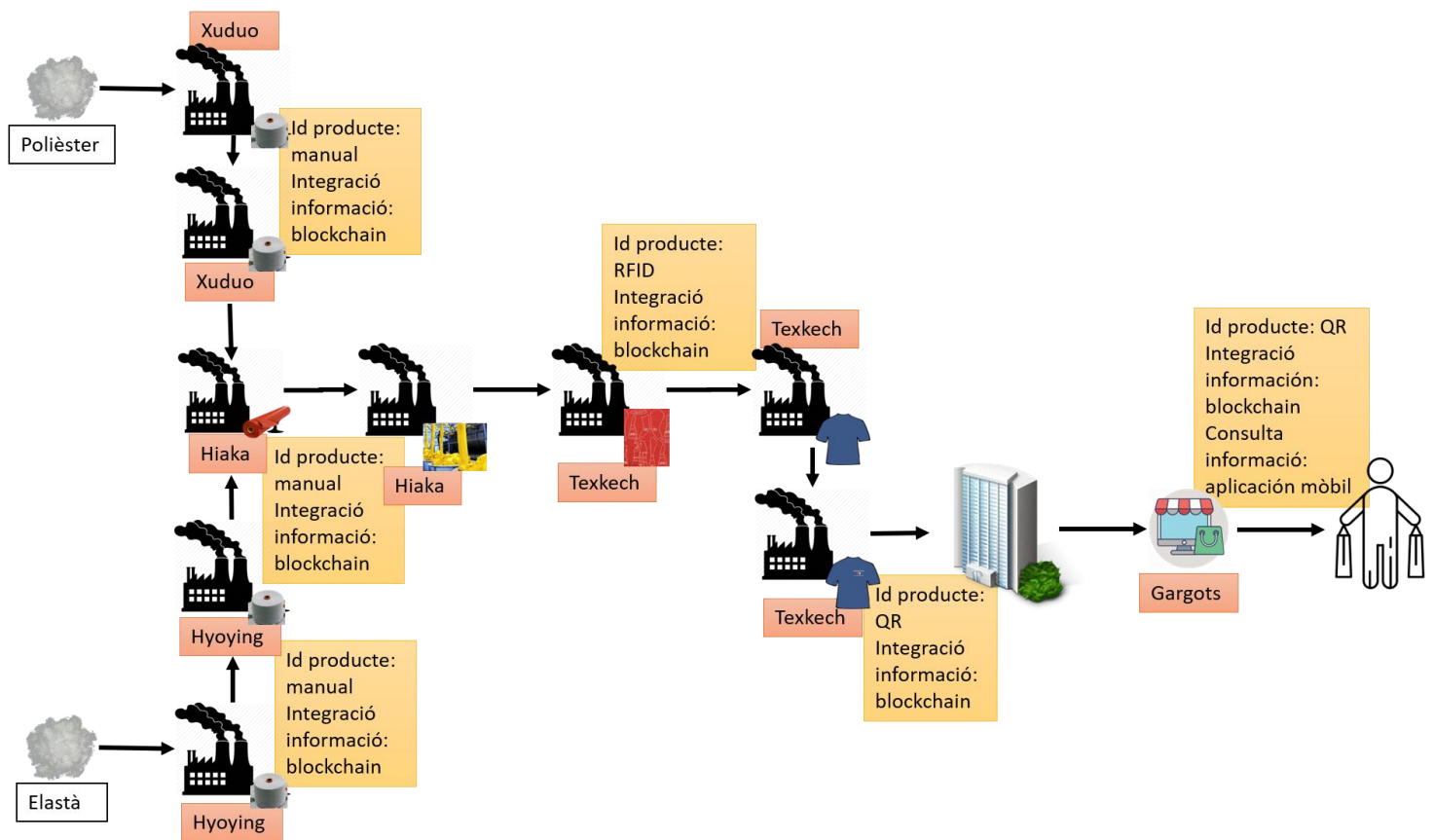
Gràfic Procés 1: Primer Disseny del Procés



Gràfic Procés 2: Identificació dels Stakeholders Participants al Procés



Gràfic Procés 3: Identificació de la Informació Necessària per part de cada Stakeholder



Gràfic Procés 4: Definició de la Tecnologia a Utilitzar a cada Etapa

	Codis QR	RFID	NFC	Blockchain
Cost Etiqueta	Únicament aplica el cost d'impressió	Opcions des de 0,28€/u. i reutilitzables des de 6,8€/u.	Opcions des de menys d'1€	Pot haver-hi cost associats a les transaccions, però no hi ha etiquetes
Cost del Hardware	No requereix de hardware específic	2282€ (Segura Velandia, Kaur, Whittow, Conway, & West, 2016)	Opcions per a Arduino des de 2,36€ (Amazon, sense data)	Targetes gràfiques per millorar el rendiment del ordinador des de 1000€/u.
Cost del Software	Múltiples opcions gratuïtes	6800€ (Segura Velandia, Kaur, Whittow, Conway, & West, 2016)	Múltiples opcions gratuïtes, com, per exemple Arduino o Raspberry-Pi	Depèn de la plataforma triada. Hi ha opcions gratuïtes
Cost d'Implementació per part de Tercers	Requereix d'un baix nivell tècnic, per tant, no és necessari contractar a tercers per a fer-ho	Pot variar en funció del tipus d'etiqueta triat, opcions d'etiquetes reutilitzables des de 1690€	Si es contracta una consultora 30000€ ⁶ /mes aproximadament i si es contracten desenvolupadors independents 2825€/mes/ desenvolupador de mitjana	Si es contracta una consultora 41500€ ⁷ /mes aproximadament i si es contracten desenvolupadors independents 2825€/mes/ desenvolupador de mitjana
Cost Total	Cost d'impressió de les etiquetes i temps requerit per a la programació dels codis	10772€ + 0,28/6,8*etiquetes	Si el projecte es desenvolupés en un mes per una consultoria: 30000€+ 2,36*lectors+ 1*etiquetes	Si el projecte el desenvolupa una consultora durant 3 mesos: 124500€+1000€+ cost plataforma

⁶ Cost d'un projecte amb un arquitecte de software, un consultor sènior i un consultor junior (15.000€ en salaris més marge consultoria)

⁷ Cost d'un projecte amb un arquitecte de software, dos consultors sèniors i dos consultors juniors (21.000€ en salaris més marge consultoria)

COMPTE DE PÈRDUES I GUANYS		
	Comptes	2018
1.	Import net de la xifra de negocis	40.669.198
	a) <i>Vendes</i>	40.666.811
	b) <i>Prestacions de serveis</i>	2.387
2.	Variació d'existències de productes acabats i en	
3.	Treballs efectuats per l'empresa per al seu	
4.	Aprovisionaments	- 19.215.706
	a) <i>Consum de mercaderies</i>	- 18.006.511
	<i>matèries consumibles</i>	- 977.964
	c) <i>Treballs efectuats per altres empreses</i>	- 317.014
	<i>primeres i altres aprovisionaments</i>	85.782
5.	Altres ingressos d'explotació	213.005
	a) <i>Ingressos accessoris i altres de gestió corrent</i>	213.005
	<i>resultat de l'exercici</i>	
6.	Despeses de personal	- 7.624.749
	a) <i>Sous, salaris i assimilats</i>	- 6.051.835
	b) <i>Càrregues socials</i>	- 1.572.914
	c) <i>Provisions</i>	
7.	Altres despeses d'explotació	- 7.077.886
	a) <i>Serveis exteriors</i>	- 6.796.428
	b) <i>Tributs</i>	- 66.458
	<i>provisions per operacions comercials</i>	
	d) <i>Altres despeses de gestió corrent</i>	- 215.000
8.	Amortització de l'immobilitzat	- 4.000.881
9.	Imputació de subvencions d'immobilitzat no	
10.	Excés de provisions	
11.	Deteriorament i resultat per alineacions de	- 78.270
	a) <i>Deteriorament i pèrdues</i>	- 50.824
	b) <i>Resultats per alineacions i altres</i>	- 27.447
12.	Altres resultats	594.393
	Resultat d'explotació	3.479.104
13.	Ingressos financers	17.403
	<i>patrimoni</i>	
	<i>financers</i>	17.403
14.	Despeses financeres	- 49.970
	<i>associades</i>	- 13.259
	b) <i>Per deutes amb tercers</i>	- 36.711
	c) <i>Per actualització de provisions</i>	
15.	Variació de valor raonables en instruments	- 540.017
	a) <i>Cartera de negociació i altres</i>	- 540.017
	<i>financers disponibles per a la venda</i>	
16.	Diferències de canvi	- 1.155.269
17.	Deteriorament i resultat per alineacions	120.746
	a) <i>Deterioraments i pèrdues</i>	120.746
	b) <i>Resultats per alineacions i altres</i>	
	Resultat financer	- 1.607.108
	Resultat abans d'impostos	1.871.996
18.	Impostos sobre beneficis	- 467.999
	Resultat de l'exercici procedent d'operacions	1.403.997
	Operacions interrompudes	
19.	Resultat de l'exercici procedent d'operacions	
	Resultat de l'exercici	1.403.997

Taula 3: Compte de Pèrdues i Guanys de Gargots, 2018

```

1 namespace org.gargots
2
3 /*DEFINICIÓ PARTICIPANTS*/
4
5 /*Classe abstracta base per als stakeholders participants. No es poden crear instàncies d'aquest tipus. Han
de ser de classe Consumidor, Fabricant o Regulador (Gargots)*/
6 abstract participant Usuari {
7 }
8
9 /*Classe abstracta per a totes les empreses participants. No es poden crear instàncies d'aquest tipus. Han de
ser de classe Fabricant o Regulador*/
10 abstract participant Empresa identified by idEmpresa extends Usuari {
11     o String idEmpresa
12     o String nom
13     o String origen
14     o CertificacionsEmpresa certificacionsEmpresa

```

II-lustració 1: Definició dels Participants Usuari i Empresa

```

16
17 /*Classe que defineix els proveïdors directes i indirectes de Gargots*/
18 participant Fabricant extends Empresa {
19 }
20
21 /*Classe que defineix els consumidors participants de la cadena. Els consumidors són identificats mitjançant
el seu nom d'usuari (username)*/
22 participant Consumidor identified by username extends Usuari {
23     o String username
24 }
25
26 /*Classe que defineix l'entitat reguladora de la cadena. L'entitat reguladora (Gargots) és aquella que té
tots els permisos*/
27 participant Regulador extends Empresa {
28 }
29

```

II-lustració 2: Definició dels Participants no Abstractes

```

30
31 /*DEFINICIONS PRODUCTE*/
32
33 /*Actiu que representa un producte dins la cadena. Els productes són identificats fent servir el seu id*/
34 asset Producte identified by idProducte {
35     o String idProducte
36     o DetallsProducte detallsProducte
37     o EstatProducte estatProducte
38     --> Producte producteOrigen1 optional
39     --> Producte producteOrigen2 optional
40     --> Usuari propietari
41 }
42
43 /*Descripció dels detalls del producte que inclouen totes les dades rellevants a nivell de traçabilitat
segons l'estratègia definida al cas d'ús. Les opcions de reciclatge són opcionals ja que en el cas de no
haver informació relativa a aquestes no és necessari incloure-la dins la cadena. El segon producteOrigen

```

II-lustració 3: Definició del Producte

```

41 }
42
43 /*Descripció dels detalls del producte que inclouen totes les dades rellevants a nivell de traçabilitat
segons l'estratègia definida al cas d'ús. Les opcions de reciclatge són opcionals ja que en el cas de no
haver informació relativa a aquestes no és necessari incloure-la dins la cadena. El segon producteOrigen
tampoc és obligatori*/
44 concept DetallsProducte {
45   --> Fabricant fabricant
46   o String especificacions
47   o String[] composicio
48   o String origen
49   o CertificacionsProducte certificacionsProducte
50   o OpcionsReciclatge opcions optional
51 }
52
53 /*Llista dels possibles estats del producte. Els estats del producte fan referència a la part del procés

```

Il·lustració 4: Definició dels Detalls del Producte

```

51 }
52
53 /*Llista dels possibles estats del producte. Els estats del producte fan referència a la part del procés
productiu en què es troba el producte a cada moment*/
54 enum EstatProducte {
55   o MATERIAL_BASE
56   o FIBRA
57   o FIL
58   o FIBRA_AMB_ACABAT
59   o TEIXIT_SENSE_TENYIR
60   o TEIXIT_TENYIT
61   o PECES_TALLADES
62   o PECES_COSIDES
63   o ACABAT
64 }
65

```

Il·lustració 5: Enumeració dels Estats del Producte

```

66 /*Concepte que defineix les opcions de reciclatge disponibles per a un determinat producte*/
67 concept OpcionsReciclatge {
68   o String[] opcions
69 }
70
71
72 /*LLISTA CERTIFICACIONS*/
73
74 /*Llista de certificacions de qualitat a nivell de producte*/
75 enum CertificacionsProducte {
76   o CAP_CERTIFICACIO
77   o ECOLABEL
78   o OEK0100

```

Il·lustració 6: Definició de les Opcions de Reciclatge i enumeració de les Certificacions del Producte


```

72  /*LLISTA CERTIFICACIONS*/
73
74  /*Llista de certificacions de qualitat a nivell de producte*/
75  enum CertificacionsProducte {
76      o CAP_CERTIFICACIO
77      o ECOLABEL
78      o OEK0100
79      o NORDIC_SWAN
80      o GOTS
81      o FAIRTRADE
82  }
83
84  /*Llista de certificacions de qualitat de caràcter organitzatiu*/
85  enum CertificacionsEmpresa {
86      o CAP_CERTIFICACIO
87      o FAIRTRADE_ORG
88      o CCC
89  }

```

Il·lustració 7: Enumeració de les Certificacions de Producte i d'Empresa

```

92  /*DEFINICIONS TRANSACCIONS*/
93
94  /*Classe que recull els detalls de compra*/
95  asset Compra identified by idCompra {
96      o String idCompra
97      o Boolean entregada
98      -->Fabricant venedor
99      -->Producte producte
100     -->Usuari comprador
101  }
102
103  /*Representa la transacció de la compra i recull les dades necessàries per a realitzar una compra*/
104  transaction RealitzarCompra {
105      o String idCompra
106      o Producte producte
107  }

```

Il·lustració 8: Definició de la Compra i la Transacció de Realització de la Compra

```

109  /*Representa l'event que relaciona la transacció de la realització de la compra i l'smart contract associat*/
110  event RealitzarCompraEvent {
111      o String idCompra
112      o Producte producte
113  }
114
115  /*Representa la transacció de tancament de compra per part del proveïdor que condicionarà el canvi de
propietat de l'objecte*/
116  transaction TancarCompra {
117      o Compra compra
118  }
119
120  /*Representa l'event que relaciona la transacció de la tancament de la compra i l'smart contract associat*/
121  event TancarCompraEvent {
122      o Compra compra
123  }
---
```

Il·lustració 9: Definició de la Transacció de Tancament de la Compra i els Esdeveniments de Realitzar la Compra i Tancament de la Compra

```

127
128 /*Representa la transformació d'un producte feta per un fabricant, la qual permet modificar l'estat d'un
    producte*/
129 transaction TransformarProducte {
130     o EstatProducte estatProducte
131     o DetallsProducte detallsProducte
132     -->Producte producte
133 }
134
135 /*Representa l'event que relaciona la transformació d'un producte feta per un fabricant amb l'smart contract
    associat*/
136 event TransformarProducteEvent {
137     o EstatProducte estatProducte
138     o DetallsProducte detallsProducte
139     o Producte producte
140 }

```

Il·lustració 10: Transacció i Event de Transformació del Producte

```

142 /*Representa la creació d'un producte i estableix relació amb el producte originari*/
143 transaction CreacioProducte {
144     o String idProducte
145     o EstatProducte estatProducte
146     o DetallsProducte detallsProducte
147     -->Producte producteOrigen1
148     -->Producte producteOrigen2 optional
149 }
150
151 /*Representa l'event que relaciona la creació d'un producte feta per un fabricant amb l'smart contract
    associat*/
152 event CreacioProducteEvent {
153     o String idProducte
154     o EstatProducte estatProducte
155     o DetallsProducte detallsProducte
156     o Producte producteOrigen1

```

Il·lustració 11: Transacció i Event de Creació del Producte

```

1  /*REALITZAR LA COMPRA D'UN PRODUCTE*
2  *
3  * @param {org.gargots.RealitzarCompra} realitzarCompra
4  * @transaction
5  */
6  async function realitzarCompra(peticioCompra) {
7
8      const factory = getFactory();
9      const namespace = 'org.gargots';
10
11      // Setejar valors de les propietats d'una variable compra per guardar més endavant al registre
12      const compra = factory.newResource(namespace, 'Compra', peticioCompra.idCompra);
13      compra.entregada = false;
14      compra.producte = factory.newRelationship(namespace, 'Producte', peticioCompra.producte.getIdentifier());
15      compra.venedor = factory.newRelationship(namespace, 'Fabricant',
    peticioCompra.producte.propietari.getIdentifier());

```

Il·lustració 12: Capçalera i Part de la Funció de la Transacció de Realització de Compra

```

14     compra.producte = factory.newRelationship(namespace, 'Producte', peticioCompra.producte.getIdentifier());
15     compra.venedor = factory.newRelationship(namespace, 'Fabricant',
peticioCompra.producte.propietari.getIdentifier());
16     compra.comprador=factory.newRelationship(namespace, 'Empresa', await
getCurrentParticipant().getIdentifier());
17
18     // Guardar Ordre al registre
19     const registrarActiu = await getAssetRegistry(compra.getFullyQualifiedType());
20     await registrarActiu.add(compra);
21
22     // Emetre event
23     const realitzarCompraEvent = factory.newEvent(namespace, 'RealitzarCompraEvent');
24     realitzarCompraEvent.idCompra = peticioCompra.idCompra;
25     realitzarCompraEvent.producte = peticioCompra.producte;
26     emit(realitzarCompraEvent);
27 }
--

```

Il·lustració 13: Emissió de l'Esdeveniment de Realització de la Compra

	Fabricant	Regulador	Consumidor
Crear	Compres on sigui el comprador, productes, realitzar compres on sigui el comprador i tancar compres on sigui el venedor	Tots els recursos	Només compres associades a productes en estat acabat on sigui el comprador
Llegir	Tots els recursos	Tots els recursos	Tots els recursos
Actualitzar	Compres en les que sigui el venedor i productes	Tots els recursos	Res
Eliminar	Res	Res	Res

Taula 4: Permissos per Participant de la Cadena

Web gargots-prova-pilot

DefineTest

admin

ID Name	Status
admin	In Use
Gargots S.A.	In my wallet
Hiaka	In my wallet
Hyoying Corporation	In my wallet
Joan	In my wallet
Texkech Group	In my wallet
Xuduo Group	In my wallet

All IDs for gargots-prova-pilot

LegalGitHub

Playground v0.20.8TutorialDocsCommunity

Il·lustració 14: Llista de Participants de la Cadena

Transaction Type
CreacioProducte

JSON Data Preview

```

1  {
2    "$class": "org.gargots.CreacioProducte",
3    "idProducte": "pl00",
4    "estatProducte": "MATERIAL_BASE",
5    "detallsProducte": {
6      "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
7      "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#7027",
8      "especificacions": "Termoplàstic de polièster",
9      "composicio": ["Etilè"],
10     "origen": "Xina",
11     "certficacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO"
12   },
13   "producteOrigen1": "resource:org.gargots.Producte#pppp"
14 }

```

☐ Optional Properties

Il·lustració 15: Creació d'un Nou Producte

Asset registry for org.gargots.Producte + Create New Asset

ID	Data
p100	<pre>{ "\$class": "org.gargots.Producte", "idProducte": "p100", "detallsProducte": { "\$class": "org.gargots.DetallsProducte", "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#pppp", "especificacions": "Termoplàstic de polièster", "composicio": ["Etilè"], "origen": "Xina", "certificacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO" }, "estatProducte": "MATERIAL_BASE", "producteOrigen1": "resource:org.gargots.Producte#pppp", "propietari": "resource:org.gargots.Fabricant#f001" }</pre>

Legal GitHub Playground v0.20.8 Tutorial Docs Community

Il·lustració 16: Registre d'un Producte

JSON Data Preview

```
1 {
2   "$class": "org.gargots.TransformarProducte",
3   "estatProducte": "FIL",
4   "detallsProducte": {
5     "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
6     "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#f001",
7     "especificacions": "Fil de polièster",
8     "composicio": ["100% Polièster"],
9     "origen": "Xina",
10    "certificacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO"
11  },
12  "producte": "resource:org.gargots.Producte#p200"
13 }
```

☐ Optional Properties

t: Participant 'org.gargots.Fabricant#f001' does not have 'CREATE' access to resource 'org.gargots.TransformarProducte#d06123a2-79be-416f-b32f-5c1e1d186498'

Il·lustració 17: Intent de Registre d'una Transacció Invàlida

```
1  {
2    "$class": "org.gargots.TransformarProducte",
3    "estatProducte": "FIL",
4    "detallsProducte": {
5      "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
6      "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#f001",
7      "especificacions": "Fil de polièster",
8      "composicio": ["100% Polièster"],
9      "origen": "Xina",
10     "certficacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO"
11   },
12   "producte": "resource:org.gargots.Producte#p100"
13 }
```


JSON Data Preview

```
2  "$class": "org.gargots.RealitzarCompra",
3  "idCompra": "t001",
4  "producte": {
5    "$class": "org.gargots.Producte",
6    "idProducte": "p100",
7    "detallsProducte": {
8      "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
9      "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#8224",
10     "especificacions": "",
11     "composicio": [],
12     "origen": "",
13     "certificacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO"
14   },
15   "estatProducte": "MATERIAL_BASE",
16   "propietari": "resource:org.gargots.Fabricant#2694"
17 }
```

☐ Optional Properties

II-lustració 20: Realització d'una Compra

Asset registry for org.gargots.Compra		+ Create New Asset	
ID	Data		
t001	<pre>{ "\$class": "org.gargots.Compra", "idCompra": "t001", "entregada": false, "venedor": "resource:org.gargots.Fabricant#2694", "producte": "resource:org.gargots.Producte#p100", "comprador": "resource:org.gargots.Empresa#f003" }</pre>		
Collapse			

II-lustració 21: Registre d'una Compra

JSON Data Preview

```
1  {
2    "$class": "org.gargots.TancarCompra",
3    "compra": {
4      "$class": "org.gargots.Compra",
5      "idCompra": "t002",
6      "entregada": false,
7      "venedor": "resource:org.gargots.Fabricant#f002",
8      "producte": "resource:org.gargots.Producte#p200",
9      "comprador": "resource:org.gargots.Fabricant#f003"
10   }
11 }
```

☐ Optional Properties

Il·lustració 22: Tancament d'una Compra

p200

```
{
  "$class": "org.gargots.Producte",
  "idProducte": "p200",
  "detallsProducte": {
    "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
    "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#f002",
    "especificacions": "Fibra d'elastà amb acabat",
    "composicio": [
      "100% Elastà"
    ],
    "origen": "Corea del Sud",
    "certificacionsProducte": "FAIRTRADE"
  },
  "estatProducte": "FIBRA_AMB_ACABAT",
  "producteOrigen1": "resource:org.gargots.Producte#pppp",
  "propietari": "resource:org.gargots.Fabricant#f003"
}
```



Il·lustració 23: Registre d'un Producte després del Canvi de Propietat Executat per la Transacció de Tancament de la Compra

JSON Data Preview

```

3  "idProducte": "p400",
4  "estatProducte": "TEIXIT_SENSE_TENYIR",
5  "detallsProducte": {
6    "$class": "org.gargots.DetallsProducte",
7    "fabricant": "resource:org.gargots.Fabricant#f003",
8    "especificacions": "Teixit de fibres de polièster i elastà",
9    "composicio": ["6% elastà", "94%polièster"],
10   "origen": "Marroc",
11   "certficacionsProducte": "CAP_CERTIFICACIO",
12   "opcions": {
13     "$class": "org.gargots.OpcionsReciclatge",
14     "opcions": []
15   }
16 },
17 "producteOrigen1": "resource:org.gargots.Producte#p100",
18 "producteOrigen2": "resource:org.gargots.Producte#p200"

```

☐ Optional Properties

Il·lustració 24: Utilització de Propietats Opcionals

Date, Time	Entry Type	Participant	
2019-06-07, 13:13:59	TransformarProducte	0000 (Regulador)	view record
2019-06-07, 13:03:59	TancarCompra	f004 (Fabricant)	view record
2019-06-07, 13:01:33	RealitzarCompra	0000 (Regulador)	view record
2019-06-07, 12:56:17	TransformarProducte	f004 (Fabricant)	view record

[Legal](#)
[GitHub](#)
[Playground v0.20.8](#)
[Tutorial](#)
[Docs](#)
[Community](#)

Il·lustració 25: Registre de les Transaccions Realitzades al Sistema

Enllaç al Codi de la Plantilla Desenvolupada

<https://github.com/acboriloondo/Gargots>

9. BIBLIOGRAFIA

- (sense data). Recollit de Hyperledger: <https://www.hyperledger.org/>
- (sense data). Recollit de Amazon: https://www.amazon.es/s?k=lector+nfc&s=price-asc-rank&__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&qid=1559466432&ref=sr_st_price-asc-rank
- Accenture. (2018). *Tracing the supply chain*. Recollit de Accenture: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-93/Accenture-Tracing-Supply-Chain-Blockchain-Study-PoV.pdf
- Agrawal, T. K., & Pal, R. (2019). Traceability in Textile and Clothing Supply Chains: Classifying Implementation Factors and Information. *MDPI Open Access Journals*.
- Agrawal, T. K., Koehl, L., & Campagne, C. (6 / Setembre / 2018). A secured tag for implementation of traceability in textile and clothing supply chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2563–2577. Recollit de Springer Link: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-018-2638-x>
- AIDC Technologies. (sense data). Recollit de AIM North America: <http://www.aim-na.org/aidc-technology.html#>
- Bechini, A., Cimino, M. G., Marcelloni, F., & Tomasi, A. (2008). Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e-business. *Information and Software Technology*, 342-359. Recollit de Science Direct: <https://www.sciencedirect-com.are.uab.cat/science/article/pii/S0950584907000213>
- Cheng, Z., Xiao, J., Xie, K., & Huang, X. (2013). Optimal Product Quality of Supply Chain Based on Information Traceability in Fashion and Textiles Industry: An Adverse Logistics Perspective. *Mathematical Problems in Engineering*.
- Clean Clothes Campaign. (2014). *Rana Plaza: a man-made disaster that shook the world*. Recollit de Clean Clothes Campaign: <https://cleanclothes.org/ua/2013/rana-plaza>

- Comissió Europea. (2002). *Legislació alimentària*. Recollit de Comissió Europea: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002R0178&from=EN>
- Comissió Europea. (sense data). *Ecolabel*. Recollit de Comissió Europea: http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm
- Conca, J. (2015). Making Climate Change Fashionable - The Garment Industry Takes On Global Warming. *Forbes*. Recollit de <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2015/12/03/making-climate-change-fashionable-the-garment-industry-takes-on-global-warming/#35bbc9df79e4>
- Estimating the carbon footprint of a fabric*. (19 / Gener / 2011). Recollit de O Ecotextiles: <https://oecotextiles.wordpress.com/2011/01/19/estimating-the-carbon-footprint-of-a-fabric/>
- Fairtrade Labelling Organisations International. (sense data). *Fairtrade Textile Standard*. Recollit de Fairtrade International: <https://www.fairtrade.net/standards/our-standards/textile-standard.html>
- Glaser, F. (2017). Pervasive Decentralisation of Digital Infrastructures: A Framework for Blockchain enabled System and Use Case Analysis. *50th Hawaii International Conference on System Sciences*. Waikoloa Village. Recollit de https://aisel.aisnet.org/hicss-50/da/open_digital_services/4/
- Haunts, S. (Director). (2018). *Blockchain - Principles and Practices* [Pel·lícula].
- Hennes & Mauritz AB. (sense data). *Recogida de Ropa*. Recollit de H&M: https://www2.hm.com/es_es/mujer/catalogo-por-categoria/16r-garment-collecting.html
- International Organization for Standardization. (sense data). *Standards Catalogue*. Recollit de ISO: <https://www.iso.org/standards-catalogue/browse-by-ics.html>
- Koszevska, M. (2011). Social and Eco-labelling of Textile and Clothing Goods as Means of Communication and Product Differentiation. Recollit de Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Malgorzata_Koszevska/publication/23076

0641_Social_and_Eco-

labelling_of_Textile_and_Clothing_Goods_as_Means_of_Communication_and
_Product_Differentiation/links/0fcfd503ff1c35e7f4000000.pdf

Kumar, V., Hallqvist, C., & Ekwall, D. (2017). Developing a Framework for Traceability Implementation in the Textile Supply Chain. *Systems*, 33. Recollit de <https://www.mdpi.com/2079-8954/5/2/33>

Lobello, C. (2013). How clothing brands are reacting to the Bangladesh building collapse. *The week*. Recollit de <https://theweek.com/articles/464909/how-clothing-brands-are-reacting-bangladesh-building-collapse>

McNeill, L., & Moore, R. (2015). Sustainable fashion consumption and the fast fashion conundrum: fashionable consumers and attitudes to sustainability in clothing choice. *Internactional Journal of Consumer Studies*, 193-281. Recollit de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijcs.12169>

Meuwissen, M. P., Velthuis, A. G., Hogeveen, H., & Huirne, R. B. (2003). Traceability and Certification in Meat Supply Chains. *Journal of Agribusiness*, 167-181. Recollit de <https://ageconsearch.umn.edu/record/14666/>

Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology*, 211-214.

Öeko-Tex®. (sense data). *Standard 100 by Öeko-Tex®*. Recollit de Öeko-Tex® Inspiring Confidence: https://www.oeko-tex.com/es/business/certifications_and_services/ots_100/ots_100_start.xhtml

Pahl, C., El Ioini, N., & Helmer, S. (2018). A Decision Framework for Blockchain Platforms for IoT and Edge Computing. *3rd International Confernce on Internet of Things, Big Data and Security*. Heraklion. Recollit de https://www.researchgate.net/publication/323960587_A_Decision_Framework_for_Blockchain_Platforms_for_IoT_and_Edge_Computing

Playground Tutorial. (sense data). Recollit de Hyperledger Composer: <https://hyperledger.github.io/composer/v0.19/tutorials/playground-tutorial.html>

- Preukschat, Á., Kuchkovsky, C., Gómez, G., Díez, D., Molero, Í., Várez, J. L., . . . al, C. S. (2017). *Blockchain: La Revolución Industrial de Internet*. Barcelona: Grupo Planeta.
- (2011). *Reglamento (UE) No 1007/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo*. Parlament Europeu i Consell. Recollit de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R1007-201111221&from=EN>
- Safi, M., & Rushe, D. (24 / Abr / 2018). Rana Plaza, five years on: safety of workers hangs in balance in Bangladesh. *The Guardian*. Recollit de <https://www.theguardian.com/global-development/2018/apr/24/bangladeshi-police-target-garment-workers-union-rana-plaza-five-years-on>
- Segura Velandia, D. M., Kaur, N., Whittow, W. G., Conway, P. P., & West, A. A. (2016). Towards industrial internet of things: Crankshaft monitoring, traceability and tracking using RFID. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 66-77.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution*.
- Thakur, M., & Donnelly, K. A.-M. (Juliol / 2010). Modeling traceability information in soybean value chains. *Journal of Food Engineering*, 98-105. Recollit de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410000683?via%3Dihub>
- Zara S.A. (sense data). *Recogida de Ropa-Join Life*. Recollit de Zara: <https://www.zara.com/es/es/sostenibilidad-programa-de-recogida-l1452.html>